

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
**ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування**  
Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

«На правах рукопису»

УДК 62-1/-9

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Гондлях О.В.

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019р.

**Магістерська дисертація**

зі спеціальності 131 – Прикладна механіка

спеціалізація Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

на тему: Пакетоформувальна машина для пакування будівельної суміші з модернізацією системи транспортування

виконав студент 2 курсу, групи ЛУ-81мп

Власенко Сергій Леонідович  
(прізвище, ім'я, по батькові)

Науковий керівник \_\_\_\_\_ проф. Колосов О. Є. \_\_\_\_\_

Консультант (модернізація) \_\_\_\_\_ проф. Щербина В.Ю. \_\_\_\_\_

Консультант (ТМ та Е) \_\_\_\_\_ ст. викл. Борщик С.О. \_\_\_\_\_

Консультант (механотроніка) \_\_\_\_\_ доц. Левченко О.В. \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань

Студент \_\_\_\_\_

Київ 2019 рік

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**  
**ІНЖЕНЕРНО-ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою  
Спеціальність 131 – Прикладна механіка

Спеціалізація - Інжиніринг, комп'ютерне моделювання та проектування обладнання пакування

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

О.В.Гондлях

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студенту**  
Волянику Максиму Олеговичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації Пакетоформувальна машина для пакування будівельної суміші з модернізацією системи транспортування

Науковий керівник дисертації проф. Колосов О. Є.,  
затверджені наказом по університету від «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом дисертації \_\_\_\_\_

3. Об'єкт дослідження: пакетоформувальна машина

4. Предмет дослідження (Вихідні дані – для магістерської дисертації за освітньо-професійною програмою): продуктивність 800 шт./год, вид пакувальної тари транспортна тара - піддон, матеріал дерева, дроту 3,5, керування системою електронне, PLC, привід виконавчих механізмів пневматичний, параметри електромережі 220 В; 50 Гц; 2 кВт, швидкість конвеєрів 0,4 м/с, габарити: довжина 12000 мм, ширина 1800 мм, висота 2200 мм.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: Магістерська дисертація включає такі розділи: «Зміст», «Вступ», «Призначення та галузь застосування лінії», «Технічні характеристики базової машини», «Опис базової конструкції, її основних частин та принципу дії», «Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації», «Розрахунки», «Охорона праці», «Технологія монтажу та експлуатації», «Механотроніка», «Стартап-проект», «Висновки», «Перелік посилань».

6. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу Лінія виробництва та пакування цементу – 1 лист, А3; Пакетоформувальна машина – 1 лист, А3; Стрічковий конвеєр з модернізацією – 1 лист, А3; Пластинчастий конвеєр з модернізацією – 1 лист,

A3;Натяжний пристрій – 1лист, А3; 3D модель натяжного пристрою – 1лист, А3; Математична модель і результати розрахунків – 2лист, А3;Автоматизація пакетоформувальної машини– 1лист, А3;

7. Орієнтовний перелік публікацій: тези на X Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Підвищення продуктивності пакетоформувальної ммашини для пакування будівельної суміші» (12-13 грудня 2019р.); тези на X Всеукраїнську науково-практичну конференцію «Підвищення довговічності роботи пластинчастого конвєсра» (12-13 грудня 2019р.);

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж і експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст.викл.		
Модернізація	Щербина В.Ю., проф.		
Автоматизація	Левченко О.В., доц.		
Перевірка на оригінальність	Щербина В.Ю., проф.		

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ		
2	Призначення та галузь застосування лінії		
3	Опис конструкції пакетоформуальної машини та принцип роботи		
4	Літературний та патентний огляд стану питання, обґрунтування запропонованої модернізації		
5	Охорона праці		
6	Стартап-проект		
7	Розрахунки які підтверджують працездатність машини		
8	Монтаж та експлуатація машини		
9	Автоматизація		
10	Висновки		
11	Оформлення ПЗ		
12	Оформлення креслень		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Власенко С. Л.

Керівник дисертації

\_\_\_\_\_ (підпис)

Колосов О. Є.

## РЕФЕРАТ

Розроблено магістерську дисертацію на тему «Пакетоформувальна машина для пакування будівельної суміші з модернізацією системи транспортування». Метою дисертації є модернізація системи транспортування вантажу між виконавчими вузлами машини. Магістерська дисертація вміщує «Пояснювальну записку», що складається з 6 розділів. Загальний обсяг магістерської дисертації становить: \_\_ с., та \_\_ креслень.

Дисертація складається з призначення та галузь застосування пакетоформувальної машини, таблиці технічних характеристик, опису прототипу конструкції і принципу роботи головних вузлів лінії виробництва цементу сухим способом та його пакування, також з розрахунків, які підтверджують працездатність та надійність конструкції пакетоформувальної машини. Також робота містить літературно-патентний пошук для обрання варіанту модернізації вузлів транспортування. Модернізація стрічкового конвеєра, тобто, заміна гвинтового натяжного пристрою на гідравлічний, що покращило надійність роботи, зменшило тертя в вузлах, полегшило монтаж. Модернізація пластинчастого конвеєра, тобто, заміна звичайних пластин несучого полотна на пластини з хрестоподібним отвором, що зменшило вагу конвеєра майже в два рази, підвищило довговічність роботи.

Також було розглянуто вимоги відповідно стандартам охорони праці по роботі з пакетоформувальною машиною та розроблено автоматизацію машини.

Ключові слова: ЛІНІЯ ПАКУВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ, РОЗРАХУНКИ, ЦЕМЕНТ, КОНВЕЄР, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ І ЕКСПЛУАТАЦІЇ

## Реферат

Разработанная магистерская диссертация на тему «пакетоформирующая машина для упаковки строительной смеси с модернизацией системы транспортировки». Целью диссертации является модернизация системы транспортировки груза между исполнительными узлами машины. Магистерская диссертация содержит «пояснительную записку», состоящую из 6 разделов. Общий объем магистерской диссертации составляет: \_\_ с., и \_\_ чертежей.

Диссертация состоит из назначения и области применения пакетоформирующих машины, таблицы технических характеристик, описания прототипа конструкции и принципа работы основных узлов линии производства цемента сухим способом и его упаковки, а также с расчетом, подтверждающих работоспособность и надежность конструкции пакетоформирующих машины. Так же работа содержит литературно-патентный поиск для избрания варианта модернизации узлов транспортировки. Модернизация ленточного конвейера, то есть, замена винтового натяжного устройства на гидравлическое, что улучшило надежность работы, уменьшило трение в узлах, облегчило монтаж. Модернизация пластинчатого конвейера, то есть, замена обычных пластин несущего полотна на пластины с крестообразным отверстием, уменьшило вес конвейера почти в два раза, повысило долговечность работы.

Также были рассмотрены требования в соответствии стандартам охраны труда по работе с пакетоформирующей машиной и разработана автоматизация машины.

Ключевые слова: ЛИНИЯ УПАКОВКА, МОДЕРНИЗАЦИЯ, РАСЧЕТЫ, ЦЕМЕНТ, КОНВЕЙЕР, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ МОНТАЖА И ЭКСПЛУАТАЦИИ

## ABSTRACT

Master's thesis on "Packaging machine for packing construction mix with modernization of transportation system" has been developed. The purpose of the dissertation is to modernize the system of cargo transportation between the executive units of the machine. The Master's Thesis contains an "Explanatory Note" consisting of 6 sections. The total volume of the master's thesis is: \_\_ S., and \_\_ drawings.

The dissertation consists of the purpose and scope of the packing machine, the table of technical characteristics, the description of the prototype design and principle of operation of the main units of the cement production line in a dry way and its packaging, as well as calculations, which confirm the efficiency and reliability of the design of the packing machine. The work also contains a patent-literature search for choosing the option of modernization of transportation units. Modernization of the belt conveyor, that is, replacement of the screw tensioning device with a hydraulic one, which improved the reliability of work, reduced friction at the units, facilitated installation. The modernization of the plate conveyor, that is, the replacement of conventional plates of the carrier web with plates with a cross-shaped opening, which reduced the weight of the conveyor almost twice, increased the durability of the work.

Requirements were also considered in accordance with the standards of occupational safety and health at work with the packing machine and the automation of the machine was developed.

Keywords: LINE OF PACKAGING, MODERNIZATION, CALCULATIONS, CEMENT, CONVEYOR, AUTOMATION, TECHNOLOGY OF INSTALLATION AND OPERATION

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

- $N$  - обрана потужність  
 $f$  - коефіцієнт тертя стрічки по гумі  
 $B$  - ширина стрічки  
 $D_6$  - діаметр приводного барабану  
 $L_6$  - довжина барабанів  
 $V$  - об'єм мішка  
 $F$  - площа поперечного перерізу мішка  
 $T$  - крутний момент валу  
 $\rho$  - об'ємна маса матеріалу  
 $G_0$  - сила тяжіння  
 $P$  - загальне навантаження на ролики  
 $A$  - робота



## ЗМІСТ

ВСТУП.....	11
1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦЕМЕНТУ ТА ЙОГО ПАКУВАННЯ.....	12
2. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПАКЕТОФОРМУВАЛЬНОЇ МАШИНИ ....	17
3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ, ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРИНЦИП РОБОТИ ПАКЕТОФОРМУВАЛЬНОЇ МАШИНИ .....	18
4. ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПАКЕТОФОРМУВАЛЬНОЇ МАШИНИ .....	20
4.1 Літературний і патентний огляд .....	20
4.2 Вибір та обґрунтування модернізації .....	25
5. РОЗРАХУНКИ.....	26
5.1 Параметричні розрахунки деталей та вузлів пакетоформувальної машини, які підтверджують її працездатність .....	26
5.2 Кінематичні розрахунки деталей та вузлів пакетоформувальної машини .....	30
5.3 Розрахунки на міцність деталей та вузлів пакетоформувальної машини Визначення напружень .....	34
5.4 Розрахунки вузла натяжного пристрою базової та модернізованої конструкцій стрічкового конвеєра. за допомогою CAD системи ANSYS....	38
6. ОХОРОНА ПРАЦІ .....	43
6.1 Характеристика видів шкідливих виробничих факторів .....	44
6.2 Необхідні вимоги до виробничих процесів та устаткування .....	45

6.3 Електробезпека.....	47
6.4 Пожежна безпека.....	48
6.5 Техніка безпеки при роботі на пакетоформувальній машині.....	49
6.6 Надзвичайні ситуації .....	50
6.7 Промислове освітлення .....	51
7.РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ .....	52
7.1 Опис ідеї проекту .....	52
7.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	53
7.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	54
7.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту.....	57
8.ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ.....	59
8.1 Складання натяжного барабана стрічкового конвеєра .....	59
9. АВТОМАТИЗАЦІЯ .....	72
ВИСНОВКИ.....	93
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	94
ДОДАТКИ.....	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВСТУП

Пакетоформувальні машини (ПФМ) призначені для впорядкованого укладання штучних і тарних вантажів з метою формування транспортних пакетів.[1]

Залежно від пакетованих вантажів пакетоформувальні машини ділять на три групи: для формування пакетів з вантажів в м'якій тарі; для формування пакетів з вантажів в жорсткій і напівжорсткій тарі; для формування пакетів з вантажів, що перевозяться без упаковки.

За способом установки ПФМ поділяють на стаціонарні і пересувні, за способом управління — на автоматичні і напівавтоматичні. Залежно від типу приводу ПФМ класифікують на машини з електромеханічним, гідравлічним, пневматичним і комбінованим приводом.

Весь складний комплекс механізмів ПФМ можна поділити на наступні основні вузли: впорядкованої подачі одиничних вантажів на пакетування, формування шару вантажів, формування пакету, видачі готового пакета.

Штучні вантажі в пакет укладають шарами. Розташування їх в шарі визначається розмірами вантажу і пакету. Тканинні мішки з борошном або крупою укладають, як правило, трійником з перев'язкою або без перев'язки стиків між вантажами в шарах.

Одним з основних показників роботи ПФМ поряд з продуктивністю є якість формування транспортного пакета. Воно характеризується структурою і способом формування пакету, правильністю і щільністю укладки вантажів, методом скріплення пакета.

У стандарті обумовлені вимоги до пакетів по міцності, регламентовані їх маса і габарити, дані рекомендації по розміщенню вантажів на плоских піддонах і їх скріплення. Розміри пакета в горизонтальній площині не повинні перевищувати 840X1240 мм

## 1. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ЦЕМЕНТУ ТА ЙОГО ПАКУВАННЯ

Виробництво цементу сухим способом більш економічне, ніж мокрим: відсутній процес утворення шламу; можна поєднувати деякі ланки технологічної схеми в одному агрегаті – наприклад – млині самоподрібнювання (аерофол), усереднюючі склади, млини помелу сировинних матеріалів з підсушуванням і ін.

При сухому способі, матеріали, що поступають на завод у вигляді мергеля, вапняка і глини підлягають подрібненню в дробарках до зерен величиною 2,5 мм (глинистий матеріал підлягає подрібненню в агрегатах з одночасним його осушенням). Приготований подрібнений матеріал стрічковими транспортерами подають на склад сировини, де сировинні матеріали усереднюються (за допомогою усереднюючих машин) до встановленої норми по хімічному складу і подають далі в бункери млинів. Із останніх сировинні компоненти разом з додатками через віброшнекові живильники поступають в прийомні пристрої помелюючих агрегатів, де їх подрібнюють до необхідної тонини. Підсушують за рахунок тепла газів, що відходять з обертових печей і підлягають сепарації.

Подрібнений в млині матеріал вивантажують потоком газів через циклони вивантажувачі за допомогою млинного вентилятора. Далі мука потрапляє в корекційні силоси, де гомогенізується і перевантажується в витратні силоси. З силосів сировинну суміш подають пневмо-підйомниками в завантажувальні пристрої, що обладнанні живильниками по масі, і далі в циклонні теплообмінники обертової печі. В теплообмінниках сировинна суміш нагрівається зустрічними гарячими газами обертової печі до температури 750 - 800°С й частково декарбонізується, після чого подається в піч на відпалювання.

Відпалювання клінкера при сухому способі виробництва виконується в обертових печах з циклонними теплообмінниками, що складаються зазвичай з чотирьох послідовно з'єднаних циклонів, через які направляються гази, що

відходять з печі; назустріч газам згори донизу через циклони поступає суха подрібнена сировинна шихта; за 25 – 30 с вона нагрівається до температури 750 - 800° С і декарбонізується на 30 – 40 %. Продуктивність такої сучасної печі сягає 3000 т/с за питомої витрати тепла 3,2 – 3,4 МДж/кг клінкера.

Технічним прогресом є введення в систему циклонних теплообмінників додаткової дисоціативної сходинки реактора – декарбонізатора, в якому спалюється до 60% палива, яке йде на випалювання клінкера. У реакторі – декарбонізаторі відбувається на 85 – 90% розклад карбоната кальція, а інші 10 – 15% процесу дисоціації випадають на долю обертової печі. Таким чином найбільш тепло-навантажена стадія процесу випалювання цементного клінкера - декарбонізація – виноситься за межі печі, в якій відбувається тільки спікання клінкера, і вона стає термічно не навантаженою. Це дає можливість підвищити продуктивність печей за тої ж питомої витрати палива на випалювання. Клінкер охолоджується до 60 - 80°С в колосниковому холодильнику і далі подається на подрібнення в сепараторний млин.

Цемент транспортують в силоси, з яких він, за допомогою віброшнекових живильників, йде на відвантаження навалом, або через пакувальну машину в тару споживачу.

Відомі обертові печі напівсухого способу виробництва, в них піч з'єднана з конвеєрною решіткою, на якій через шар гранульованої сировинної шихти двічі просмоктуються гарячі пічні гази; у результаті в завантажувальний кінець печі поступає підігріта і частково декарбонізована сировинна шихта.

При комбінованому способі сировинні матеріали, приготовані мокрим способом, і шлам, вологості 40%, зневоднюються на фільтрах до вологості 16 – 18%. З отриманого «сухаря» готуються гранули і обпалюють їх за схемою сухого способу.

Технологічна схема виготовлення цементу сухим способом [8] наведена на рис. 1.1

При сухому способі, матеріали, що поступають на завод у вигляді мергеля, вапняка і глини, що видобуваються і перевантажуються з відкритих кар'єрів за допомогою роторних машин 3, і відповідно екскаваторів 1, крану перевантажувачу 4, і вагоно-опрокидувача 5, потім подрібнюються в самохідних дробарках 2.

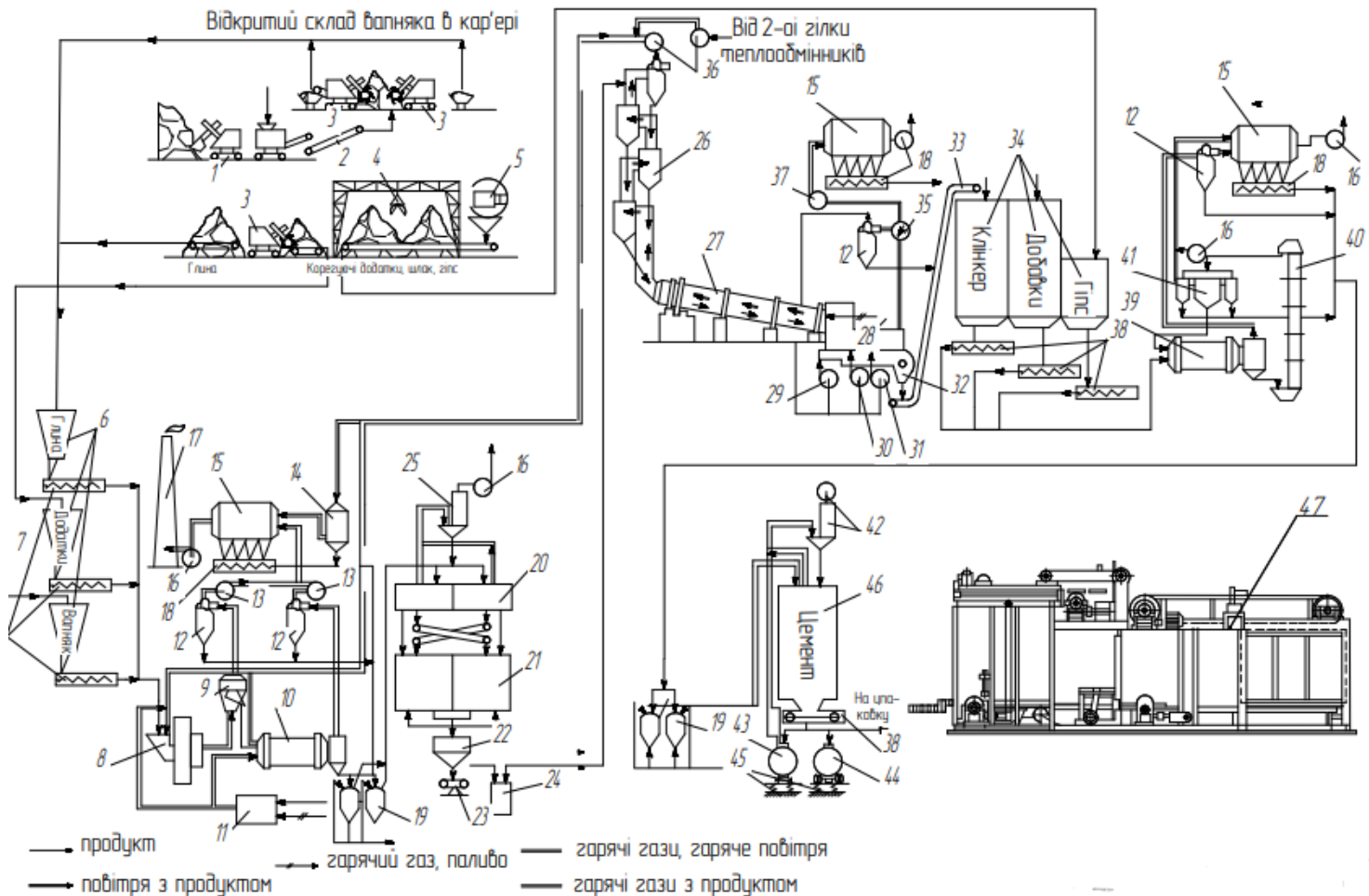


Рис.1.1. Технологічна схема виготовлення цементу сухим способом.

Подрібнений матеріал, що рівномірно подається з прийомних бункерів сировини 6 рівномірно, за допомогою віброшнекових живильників 7 подається в дезінтергатор – млин попереднього подрібнення «Аерофол» 8, в який поступають гарячі газ і повітря з топки 11, і гарячі газ з продуктом з

димовідсмоктувачів 36; після дезінтегратора сировина подається на сепаратор 9 і в трубний млин 10 з яких продукт потрапляє в циклони 12, і через млинний вентилятор 13 поступає на електрофільтр 15, в який також відводяться гарячі гази з повітрям з вищезазначених димовідсмоктувачів 36 через кондиціонер 14; з електрофільтра 15 очищені, за допомогою механізму прибирання пилу 18, але гарячі гази і повітря подаються у аспіраційний вентилятор 16 і через димову трубу 17 викидуються в повітря.

З циклонів 12, за допомогою пневмо-камерних насосів 19 продукт подається у корегуючі силоси 20, потім через систему корегування у витратні силоси 21, і потрапляє у витратний бункер постійного рівня 22, через дозатор по масі 23, за допомогою пневмо-підйомника 24 продукт потрапляє у системи циклонних теплообмінників додаткового дисоціаційного ступеня реактора – декарбонізатора 26, звідти йде в обертову піч 27 і колосниковий холодильник 28, у який продукт подається з трьох вентиляторів: гострого дуття 29, подвійного просмоктування 30, загального дуття 31.

З колосникового холодильника 28 через регулюючий шибер 35 продукт поступає у один з циклонів 12, і через вентилятор 37 на електрофільтр 15, де повітря і гази очищуються 18, і очищене повітря викидається в атмосферу; і, через клінкерну дробарку 32 з колосникового холодильника 28 продукт подається на конвеєр клінкера 33, і клінкер поступає у силос 34.

У силоси 34 поступають добавки і гіпс, які разом з клінкером, за допомогою віброшнекових живильників 38 поступають у трубний млин 39, потім елеватором 40 транспортуються у сепаратор 41, з нього на рукавний фільтр 42 поступає продукт, який потім потрапляє в цементний силос 46. З сепаратора 43 гарячі гази з продуктом поступають на аспіраційний вентилятор 16, і очищуються системою електрофільтрів 15, механізм прибирання пилу 18, циклон 12.

З цементного силосу, за допомогою віброшнекових живильників 7 продукт вивантажується у вагон – цементовоз 43, і (або) автоцементовоз 44, що знаходяться на вагах 45, або йде на упаковку за допомогою пакетоформувальної машини 47. [6]



## 2. ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПАКЕТОФОРМУВАЛЬНОЇ МАШИНИ

Технічні характеристики пакетоформувальної машини.[3]

представлено в таблиці 2.1

Табл.2.1.Технічна характеристика

Вантаж	Мішки, ящики
Спосіб укладки	Трійник, п'ятерик
Продуктивність, шт./год.	800
Установлена потужність, КВт	9
Габаритні розміри, мм	5600x1800x2200
Маса, кг	4500
Кількість піддонів, яку вміщує машина, шт	21

### 3. ОПИС КОНСТРУКЦІЇ, ПРИЗНАЧЕННЯ І ПРИНЦИП РОБОТИ ПАКЕТОФОРМУВАЛЬНОЇ МАШИНИ

Розроблювана машина – пакетоформувальна машина для пакування будівельної суміші.

В даній машині значно розширено діапазон типорозмірів укладаються вантажів з використанням різних способів їх укладання.

Машина (рис. 3.1) призначена для формування пакетів з мішків, ящиків та інших штучних вантажів на плоских піддонах розміром 800 x1200 і 1000x1200 мм при укладанні їх "трійником" і "пятериком" з пошаровою перев'язкою швів.

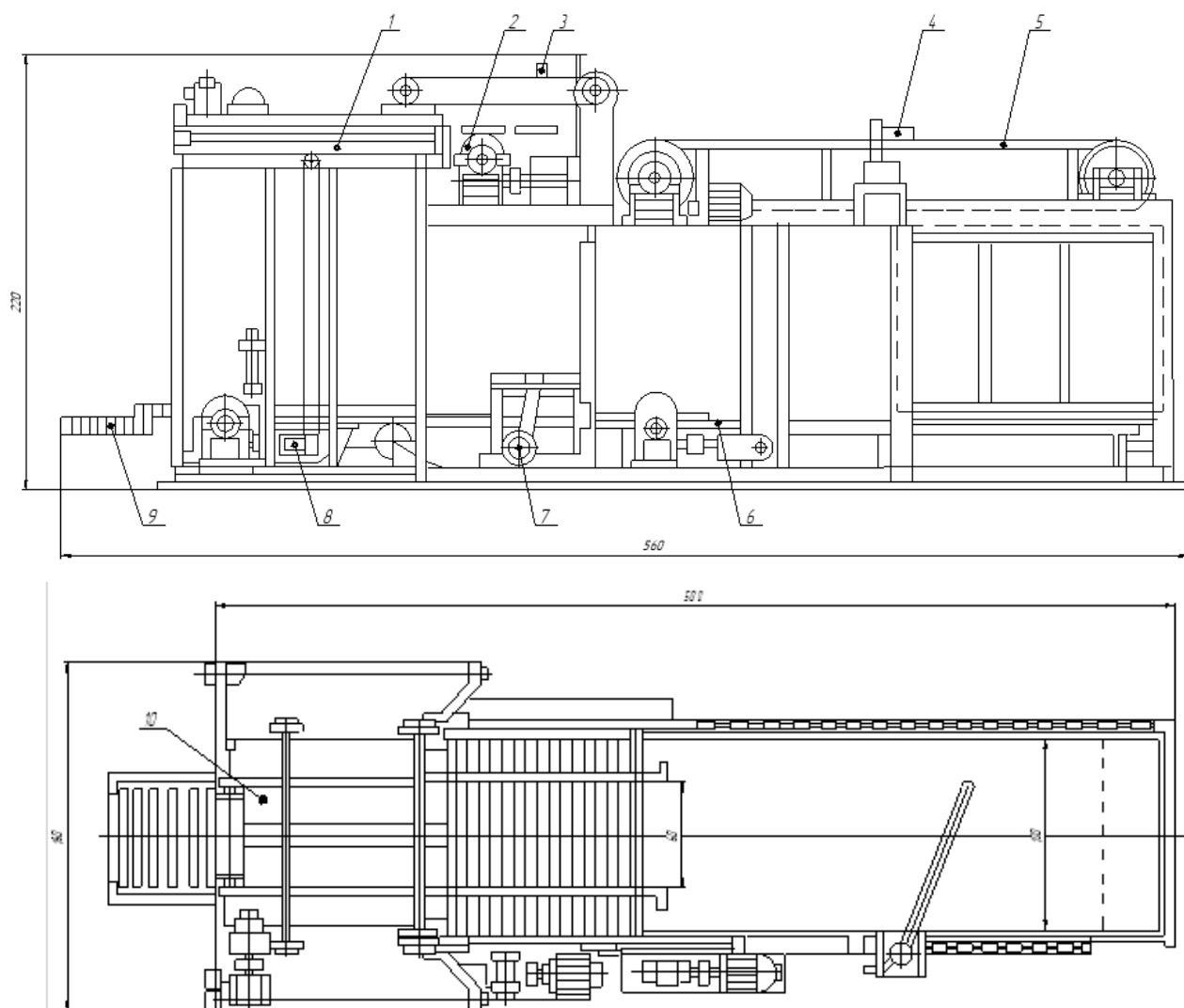


Рис.3.1 - Пакетоформувальна машина

Стрічковий конвеєр 5 служить для подачі попередньо зорієнтованих вантажів за допомогою коригуючого весла 4 до накопичувача 2, виконаного у вигляді приводного рольганга. Накопичувач забезпечений напрямними з кутовими упорами і досилаючим пристроєм, що представляє пластинчастий конвеєр 3 з двома упорами.

Направляючі з кутовими упорами служать для остаточної орієнтації штучного вантажу при формуванні шару і його ущільнення при досиланні на стулки 10 укладальника 1. Відстань між напрямними регулюють в залежності від необхідної ширини пакету. При остаточному досиланні шару вантажу на стулки укладальника досилаючий конвеєр відключається і стулки розкриваються. Сформований вантаж опускається на піддон, утримуваний каретками підйомно-опускного пристрою 8 в крайньому верхньому положенні. Потім каретки переміщуються вниз на висоту шару пакетованого вантажу і стулки укладальника закриваються.

Формування другого шару відбувається в послідовності, що забезпечує перев'язку стиків при укладанні на перший шар. Після укладання в пакет останнього шару каретки підйомно-опускного пристрою опускаються в крайнє нижнє положення, встановивши тим самим пакет на конвеєр 6 магазину піддонів, який виводить пакет з шахти на зовнішній рольганг 9. При виведенні сформованого пакету порожній піддон за допомогою відсікача піддонів 7 надходить на конвеєр 6, який встановлює піддон над вилами кареток підйомно-опускного пристрою. Після установки піддону в крайнє верхнє положення машина готова до формування наступного пакету.

Магазин піддонів машини ШМН-1 вміщує 21 піддон (3 стопки по сім піддонів). На його рамі змонтований відсікач піддонів.

Конструкція машини ШМН-1 при відповідному налаштуванні дозволяє формувати пакети без перев'язки стиків за різними схемами. Електрична схема дозволяє забезпечити автоматичний режим процесу пакетування.[5], [6]

## 4. ЗАХОДИ З УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ПАКЕТОФОРМУВАЛЬНОЇ МАШИНИ

Щоб розробити модернізацію до вузлів транспортування пакетоформуючої машини, було проведено літературно патентний огляд, та було обрано основний патент, на базі якого була розроблена модернізація.

### 4.1 Літературний і патентний огляд

У патенті [13] розглядається привідний барабан стрічкового конвеєра.

Барабан виконано ввігнутим, така конструкція дозволяє попередити ковзування стрічки. Така конструкція дозволяє розширити асортимент стрічкового матеріалу та підвищую довговічність роботи конвеєра.

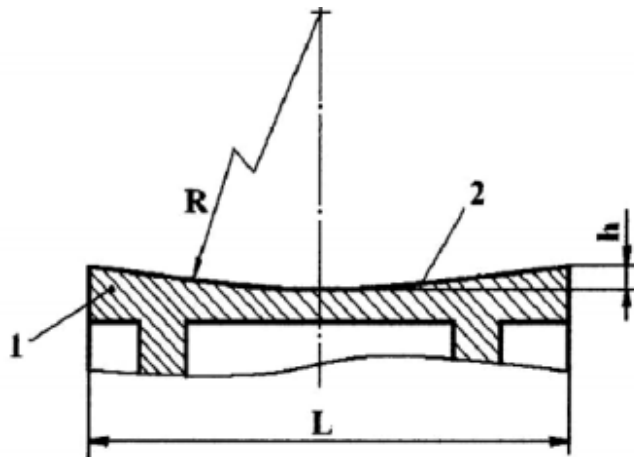


Рисунок 4.1 – Барабан стрічкового конвеєра

У патенті [12] розглядається пластинчастий ланцюг конвеєра.

Ланцюг виконано з хрестоподібним отвором в центрі пластини. Така конструкція дозволяє зменшити масу ланцюга та витрати матеріалу, оскільки маса пластинчастого ланцюга становить майже половину маси самого конвеєра.

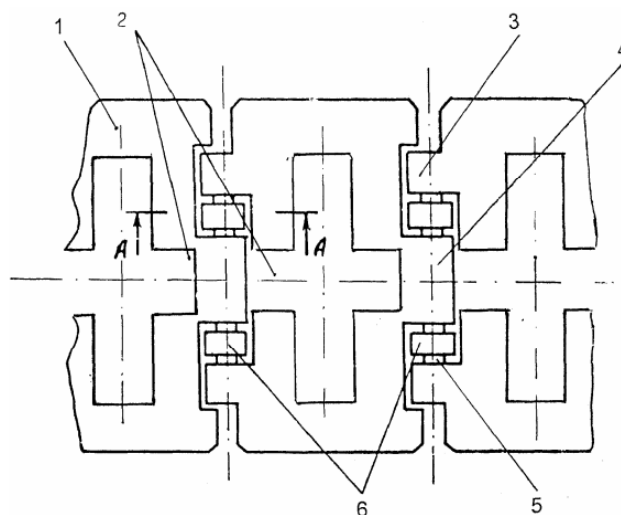


Рисунок 4.2 – Пластинчастий ланцюг конвеєра

У патенті [14] розглядається натяжний пристрій стрічкового конвеєра. В стрічковому конвеєрі натяжний пристрій виконано гвинтом, який рівновіддалений від направляючих, що дає змогу рівномірного натягу на обох кінцях барабану. Така конструкція запобігає сковзуванню стрічки з барабана і підвищує довговічність стрічки.

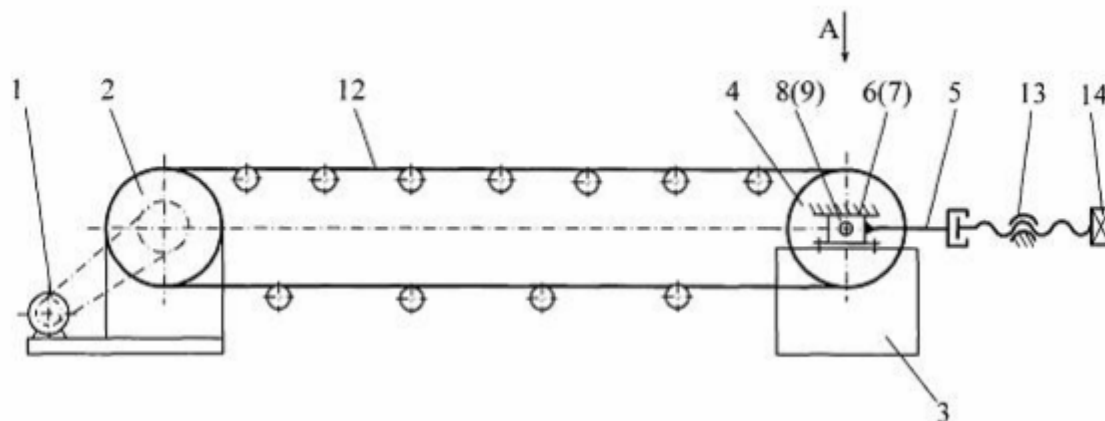


Рисунок 4.3 – Натяжний пристрій стрічкового конвеєра

У патенті [15] розглядається зубчате колесо цепної передачі пластинчастого конвеєра. Зубчате колесо виконано у вигляді зірочки, в якій зуб колеса чергується з платформою для прилягання суміжної ланки ланцюга до колеса. Така

конструкція дозволяє зменшити тертя між зубчастим колесом і ланцюгом і уникнення спадання ланцюга з колеса.

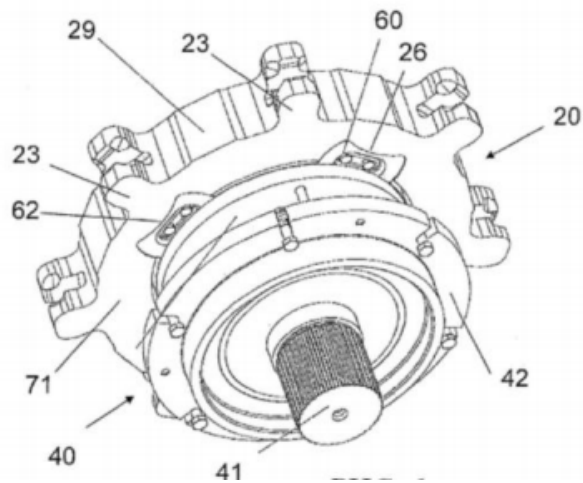


Рисунок 4.4 – Зубчасте колесо

У патенті [16] розглядається стрічковий конвеєр. В стрічковому конвеєрі натяжний пристрій виконаний у вигляді двох гідроциліндрів з електричним керуванням і датчиками тиску, на які спираються підшипники привідного барабана. Така конструкція дозволяє автоматично натягувати стрічку, що попереджую проковзування, та збільшую довговічність конвеєра.

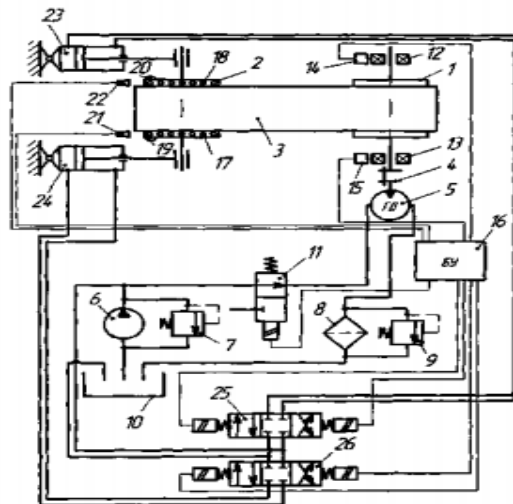


Рисунок 4.5 – Натяжний пристрій стрічкового конвеєра

У патенті [17] розглядається пакетоформуюча машина. Цепний конвеєр машини виконано похилим до горизонтальних опор для поштучного захвату вантажів.

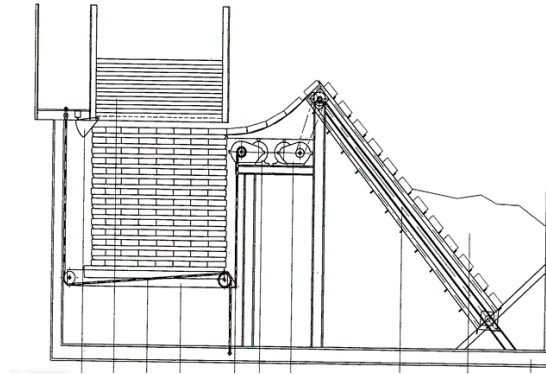


Рисунок 4.6 – Пакетоформуюча машина

У патенті [18] розглядається пристрій для поштучної видачі піддонів із стопи. Вузол для поштучного виділення піддона із стопи містить демпферні пружини, які розташовані в корпусі захоплювачів, а привід каретки здійснюється через захоплювачі з демпферними пружинами за допомогою тяги, з'єднаною з двома нескінченними ланцюгами.

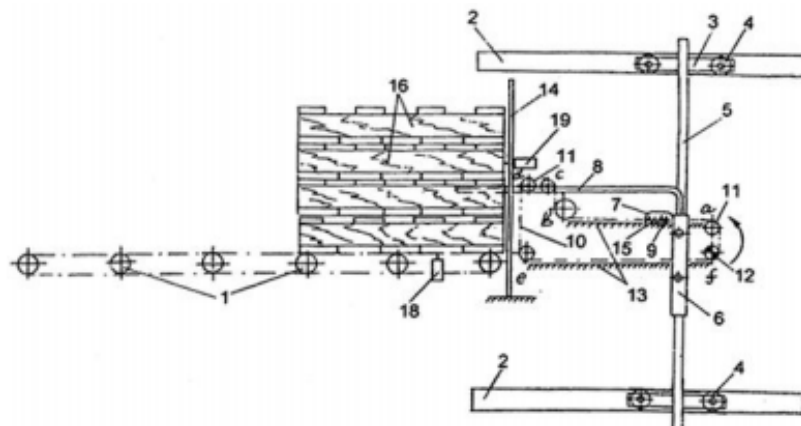


Рисунок 4.7 – Пристрій для поштучної видачі піддонів із стопи

У патенті [19] розглядається пластинчастий конвеєр. В поздовжніх бортах рами навпроти кожного нижнього ролика виконано наскрізний канал, стінка якого жорстко сполучена з внутрішньою та зовнішньою стінками поздовжнього борта рами, наскрізний канал виконаний співвісно осі ролика.

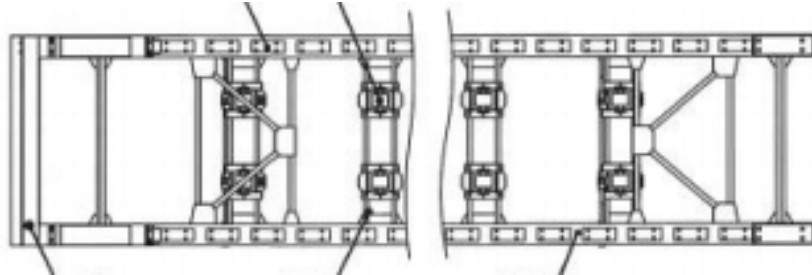


Рисунок 4.8 – Пластинчастий конвеєр

У патенті [20] розглядається пластинчастий ланцюг конвеєра для переміщення пляшок. наскрізний отвір в широкому вушці кожної підтримуючої пластини виконано у вигляді двох зрізаних конусів з твірною під кутом  $\rho$ , а внутрішні бокові сторони між вузькими вушками мають однаковий кут нахилу  $\alpha$  в різні сторони від поздовжньої осі підтримуючої пластини.

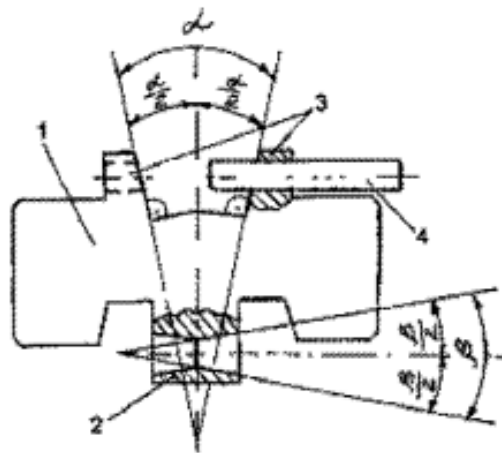


Рисунок 4.9 – Пластинчастий ланцюг конвеєра



## **4.2 Вибір та обґрунтування модернізації**

В пакетоформувальній машині під час патентно-літературного огляду були знайдені недоліки в вузлах транспортування попередньо зорієнтованого вантажу. В стрічковому конвеєрі натягуючий пристрій викликав великі навантаження на стрічку, що призводило до зменшення її довговічності, громізка конструкція заважала монтажу обладнання.

В пластинчастому конвеєрі несуче полотно становило половину маси конструкції, це призводило до значних затрат енергії та швидкого зношення ходових частин конвеєра.

Врахувавши всі недоліки було обрано модернізацію пакетоформувальної машини, тобто розробка вузлів транспортування.

Результатом модернізації є заміна гвинтового натяжного пристрою на гідравлічний. Така конструкція дозволяє підвищити довговічність роботи стрічки та самого конвеєра, запобігає сходження стрічки з барабану, дозволяє проводити натяг стрічки не вимикаючи конвеєр, дозволяє уникнути проковзування стрічки.

В пластинчастому конвеєрі замінено звичайні пластини несучого полотна на пластини з хрестоподібним отвором та обладнали циліндричні пальці, що з'єднують пластини, циліндричними втулками, які можуть вільно обертатися. Така конструкція є більшнадійною. Зменшується маса несучого полотна майже в два рази, що призводить до зменшення тертя між деталями конвеєра. Також розширюється діапазон вибору приводних зірочок. Підвищується довговічність роботи машини, полегшується монтаж несучого полотна.

## 5. РОЗРАХУНКИ

Ціллю параметричних розрахунків є перевірка конструкторських рішень, які підтверджують правильність вибраної конструкції і її параметрів для технологічної лінії виробництва цементу і при необхідності оптимізація їх. [11]

### 5.1 Параметричні розрахунки деталей та вузлів пакетоформувальної машини, які підтверджують її працездатність

Продуктивність:

$$\Pi = 3600 / 5 \approx 800 \text{ шт/год}$$

Об'єм мішка :

$$V = 0.44 \times 0.38 \times 0.09 = 0.015 \text{ м}^3$$

Площа поперечного перерізу мішка:

$$F = 0,38 \times 0,09 = 0,034 \text{ м}^2$$

Сила тертя матеріалу по конвеєру  $f=0.45$

$$P = FS\rho fg = 0.016 \times 0.48 \times 1300 \times 0.45 \times 9.81 = 44.07 \text{ Н}$$

Швидкість руху мішків:

$$V = \pi n D = 3.14 \times 0.31 \times 1.6 = 1.56 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Потужність електродвигуна:

$$N = P \nu K f (1 - \cos \beta) / \eta = 4.07 \times 1.56 \times 2 \times 0.45 (1 - 0.5) / 0.8 = 9 \text{ кВт}$$

#### Розрахунок стрічкового конвеєра

При розрахунку ширини стрічки приймаємо швидкість руху стрічки при транспортуванні мішка з цементом  $V = 1,25 \text{ м/с}$ .

Розраховуємо ширину стрічки – головний параметр стрічкового живильника за формулою (1.1) згідно [3]:

$$B = 1,1 \cdot \left( \sqrt{\frac{\Pi}{k_y \cdot c \cdot v \cdot \gamma_p}} + 0,05 \right),$$

$$B = 1,1 \cdot \left( \sqrt{\frac{600}{0,99 \cdot 625 \cdot 1,25 \cdot 1,9}} + 0,05 \right) = 0,75 \text{ м.}$$

Де  $c$  – коефіцієнт продуктивності,  $c = 625$  для жолобчатої трьох-роlikової опори з кутом нахилу бокового ролика  $\alpha = 30^\circ$  та кутом відкосу насипного вантажу на стрічці при її руху  $\varphi_D = 16^\circ$ .

Для запобігання просипання вантажу зі стрічки на нахиленому живильнику розрахункову продуктивність коректують коефіцієнтом  $k_y$ ,  $k_y = 0,99$ .

$\gamma_p$  – насипна маса вантажу, яка взята з табл. LXXIX [6],  $\gamma_p = 1,9$ .

При складі шматків розміром  $a_{\max} = 40$  мм в кількості 12% від загальної маси ширина смужки повинна задовольняти умові:

$$B \geq (2,7 \dots 3,2) a_{\max} = (2,7 \dots 3,2) 40 = 108 \dots 128 \text{ мм.}$$

Згідно ГОСТ 20-76 приймаємо ширину стрічки 800 мм [6].

Приймаємо привід живильника з одним ведучим барабаном, кут обтиску якого  $\alpha = 180^\circ$ . Поверхня барабана футерована гумкою.

Натяг набігаючій гілці стрічки згідно формулі Ейлера:

$$S_5 \leq S_1 e^{f\alpha} = 5,34 S_1,$$

Де  $f$  – коефіцієнт тертя стрічки по гумі.  $f = 0,40$  при  $\alpha = 180^\circ$  та

$$f = 0,40 e^{f\alpha} = 5,34 \text{ (прил. LXXI) [6].}$$

В попередньому рівнянні два невідомих члена  $S_5$  і  $S_1$ . Для складення другого рівняння потрібен тяговий контур від точки 1 до точки 5.

Для послідовного розрахунку необхідні погонні навантаження:

1. Від вантажу, що транспортується:

$$q = \frac{P}{3,6 \cdot v} = \frac{600}{3,6 \cdot 1,25} = 133 \text{ кгс/м.} = 1330 \text{ Н/м}$$

2. Від ваги обертових частин роликів:

Робочої гілки

$$q'_p = \frac{G'_p}{l'_p} = \frac{22}{1,3} = 16,9 \text{ кгс/м.} = 169 \text{ Н/м}$$

Холостої гілки

$$q_p'' = \frac{G_p''}{l_p''} = \frac{19}{3.25} = 5,85 \text{ кгс/м.} = 58,5 \text{ Н/м}$$

$G_p'$ ,  $G_p''$  – маса частин роликів, що обертаються, опор відповідно для підтримання робочої і холостої гілок;  $G_p' = 22 \text{ кг}$ ,  $G_p'' = 19 \text{ кг}$  згідно табл.. 52 [6].

$l_p'$  – відстань між роlikоопорами робочої гілки, приймаємо  $l_p' = 1,3 \text{ м}$ .

$l_p''$  – відстань між роlikоопорами холостої гілки,

$$l_p'' = (2...2,5)l_p' = (2...2,5) \cdot 1,3 = 3,25 \text{ м.}$$

3. Від ваги стрічки. Задавшись кількістю прокладок стрічки  $i = 6$ , визначаємо її масу:

$$Q_0 = 1,1 \cdot B (\delta_i + h_1 + h_2) = 1,1 \cdot 0,8 (1,25 \cdot 6 + 4 + 2) = 11,88$$

Де: 110 – питома маса стрічки,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\delta = 1,25 \text{ мм}$  – товщина прокладки;

$h_1 = 4 \text{ мм}$  – товщина верхньої прокладки;

$h_2 = 2 \text{ мм}$  – товщина нижньої прокладки.

На тяжіння в характерних точках тягового контуру:

$$S_2 = S_1 q_0 L_{1-2} (\omega' \cos \beta - \sin \beta) + q_p'' L_{1-2} \omega' = S_1 + 11,88 + 13,33 \cdot (0,035 \cos 4^\circ - \sin 4^\circ) + 5,85 \cdot 13,33 \cdot 0,035 = S_1 + 14,14$$

$$S_3 = R \cdot S_2 = 1,05 \cdot S_2 = 1,05 (S_1 + 14,14).$$

$R = 1,05$  – кут обхвату стрічкою  $= 180^\circ$ .

$$S_4 = S_3 + W_{\text{зав.}} = 1,05 (S_1 + 14,14) + 99,58 = 1,05 S_1 + 114,42.$$

Опір руху стрічки:

$$W = \frac{c \cdot \Pi}{3,6d} (v - v_0 + f_1 \sqrt{2gh'}). .$$

$$W = \frac{1,5 \cdot 600}{3,6 \cdot 9,81} (1,25 + 0,6 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1}) = 99,58 .$$

Де  $c$  – коефіцієнт, який враховує опір руху від тертя вантажу по боковим стінкам завантажувальної воронки і по стрічці,  $c = 1$ .

$g = 9,81$  – прискорення сили тяжіння.

$h'$  – висота падіння вантажу на стрічку,  $h' = 1,0$  м.

$v_0$  – складаюча швидкості вантажу вздовж стрічки, для даного випадку

$v_0 = 0$ .

$$S_5 = R^2 \cdot S_4 = 1,05^2 \cdot (1,05 S_1 + 114,42) = 1,1S_1 + 126,15.$$

$R = 1,05$  – кут обхвату стрічкою =  $180^\circ$ .

$$S_5 = 3,51 \cdot S_1$$

$$3,51 \cdot S_1 = 1,1S_1 + 126,15.$$

$$2,41S_1 = 126,15.$$

$$S_1 = 52,34.$$

Підставимо значення  $S_1$  в перше рівняння і отримаємо:

$$S_5 = 1,1S_1 + 126,15 = 1,1 \cdot 52,34 + 126,15 = 183,72.$$

Знаходимо числові значення на тяжіння стрічки в характерних точках:

$$S_2 = S_1 + 14,14 = 52,34 + 14,14 = 66,48;$$

$$S_3 = 1,05 (S_1 + 14,14) = 1,05 \cdot 52,34 + 1,05 \cdot 14,14 = 69,8;$$

$$S_4 = 1,05 S_1 + 114,42 = 1,05 \cdot 52,34 + 114,42 = 169,38.$$

Максимальний прогін стрічки повинен задовольняти рівнянням:

для холостої гілки при  $l_p'' = 3,25$  м

$$y_{\max} = \frac{q_0 (l_p'')^2}{8S_{\min}} \leq 0,025 l_p'',$$

$$y_{\max} = \frac{11,88(3,25)^2}{849,21} = 0,031 \leq 0,025 l_p'' = 0,08 \text{ м};$$

для робочої гілки при  $l_p' = 1,3$  м

$$y_{\max} = \frac{(q + q_0) \cdot (l_p')^2}{8S_{\min}} \leq 0,025 l_p'$$

$$y_{\max} = \frac{(133 + 11,88) \cdot 1,33^2}{8 \cdot 49,21} = 0,03 \leq 0,025l'_p = 0,032 \text{ м.}$$

Прогин стрічки при мінімальному її натяжінні знаходиться в нормі.

Розрахуємо радіуси перегину стрічки на кривих:

$$R_1 \geq 12 B = 12 \cdot 0,8 = 9,6 \text{ м.}$$

Приймаємо  $R_1 = 10 \text{ м.}$

Знаючи величину  $R_1$ , знайдемо довжину дуги:

$$L_3 = \frac{2\pi \cdot R_1 \cdot 4^\circ}{360^\circ} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 4^\circ}{360^\circ} = 0,7 \text{ м.}$$

Опір руху стрічки:

$$W_0 = S_5 - S_1 = 183,72 - 52,34 = 131,38 \text{ кгс.} = 1,31 \text{ кН.}$$

Розрахункова потужність двигуна приводу стрічкового живильника:

$$N_p = \frac{W_0 \cdot v}{4\eta_M} = \frac{131,38 \cdot 1,25}{4 \cdot 0,8} = 48,3 \text{ кВт.}$$

Установочна потужність двигуна:

$$N_0 = n_y \cdot N_p = 1,2 \cdot 2 = 58 \text{ кВт,}$$

де  $n_y$  – коефіцієнт встановленої потужності (запас потужності),

$$n_y = 1,1 \dots 1,2 \text{ беремо } n_y = 1,2.$$

По каталогу вибираємо двигун:

4A112MB8Y3 трифазний асинхронний короткозамкнений двигун серії 4A (ГОСТ 19 523-74) [10].

$$\text{Потужність } N = 65,84 \text{ кВт}$$

## **5.2 Кінематичні розрахунки деталей та вузлів пакетоформувальної машини**

### **Вибір електродвигуна**

Загальне значення передаточного числа для кожного з чотирьох двигунів в

залежності від синхронної частоти обертання :  $U = 3000/n$ ;  $U = 1500/n$ ;  $U = 1000/n$ ;  $U = 750/n$ ,

де  $n$  – частота обертання валу живильника,  $n = 650$  об/хв.

$U = 3000/650 = 4,6$ ;  $U = 1500/650 = 2,3$ ;  $U = 1000/650 = 1,5$ ;  $U = 750/650 = 1,15$

Порівнюючи загальні передаточні числа кожного з електродвигунів з мінімальним та максимальним передаточними числами та беручи до уваги умову  $U_{\min} < U_1 < U_{\max}$ , отримаємо  $U_1 = 2,5$ . Згідно ГОСТ 19523 -81 вибираємо двигун 4A112M4У3 з потужністю  $P_n = 9$  кВт; частота обертання  $n_6 = 1445$  об/хв.

### Вибір редуктора

Редуктором називають механізм, що складається із змонтованих у окремому закритому корпусі передач зачеплення і призначений для зміни параметрів обертового руху – зменшення швидкості обертання і відповідно підвищення обертового моменту.[9]

Для забезпечення необхідних числа обертів та крутного моменту необхідно підібрати відповідний редуктор.

Вибір редуктора проведемо за наступною схемою :

- Вибір типу редуктор

Знайдемо передатне число редуктора:

$$u_{ред} = \frac{n_a}{n} = \frac{1445}{60} = 24,083$$

Для таких великих передатних чисел рекомендовано використовувати двоступінчатий конічно – циліндричний редуктор.

- Визначення коефіцієнту умов роботи:

$$K_{y.p} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_{ч.в} \cdot k_{p.p} = 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 1,08$$

де  $k_1 = 1,2$  – коефіцієнт, враховуючий динамічні характеристики двигуна;

$k_2 = 1$  – коефіцієнт, враховуючий час роботи за добу;

$k_3 = 1$  – коефіцієнт, враховуючий кількість пусків на годину;

$k_{ч.в} = 0,9$  – коефіцієнт, враховуючий час включень;

$k_{р.р} = 1$  – коефіцієнт, враховуючий реверсивність редуктора (для нереверсивної роботи  $k_{р.р} = 1,00$ ; для реверсивної –  $k_{р.р} = 0,75$ ).

Розраховуємо крутний момент.

Потрібний крутний момент на валу:

$$T_{\text{потр}} = 9740 \cdot \frac{N}{n} = 9740 \cdot \frac{6,584}{60} = 1069 \text{ Нм}$$

Розрахований крутний момент на валу:

$$T_{\text{розр}} = T_{\text{потр}} \cdot K_{у.р} = 1069 \cdot 1,08 = 1154 \text{ Нм}$$

За цими параметрами вибираємо редуктор КЦ1 –400 – 10 – 41–К<sub>вх</sub>– Ц<sub>вих</sub>–  
У2

Характеристики редуктора :

- Двоступінчатий
- Конічно – циліндричний
- Міжосьова відстань 400 мм
- Передаване сисло 10
- Варіант збирання 41
- Конічний вхідний вал
- Циліндричний вихідний вал
- Кліматичне виконання - У2



## Вибір муфти

Муфта – призначена для з'єднання валів і передачі їх моментів без зміни напрямку.

Застосування муфт пов'язане з тим, що більшість машин, у тому числі і їхній привод, komponують із окремих складальних одиниць (двигун, редуктор і робочий орган машини), що мають вхідні та вихідні вали.

Орієнтовані значення основних розмірів елементів муфти знаходимо по формулі:

$$D_0 = (0,018 \dots 0,06) \cdot T_k = 0,055 \cdot 1,65 = 0,091 \text{ м}$$

де  $D_0$  – діаметр муфти, м;  $T_k$  – крутний момент, Нм.

Розміри пружних елементів:

$$b = (0,10 \dots 0,14) \cdot D_0 = 0,125 \cdot 0,09 = 0,011 \text{ м.}$$

$$h = 2,5 \cdot b = 2,5 \cdot 0,011 = 0,03 \text{ м.}$$

$$l = 2 \cdot b = 2 \cdot 0,011 = 0,025 \text{ м.}$$

Зовнішній діаметр муфти:

$$D = 0,52 \cdot D_0 + h = 0,52 \cdot 0,09 + 0,03 = 0,57 \text{ м.}$$

Розрахунок на міцність елементів муфти є умовним:

$$\tau = T_k / (D_0 \cdot z \cdot b \cdot l) = 1,65 / (0,09 \cdot 8 \cdot 0,011 \cdot 0,025) = 8333 \text{ Па}$$

$$\begin{aligned} \sigma_u &= 3 \cdot T_k \cdot (4 \cdot a + e) / (2 \cdot D_0 \cdot z \cdot b^2 \cdot l) = \\ &= 3 \cdot 1,65 \cdot (4 \cdot 0,0012 + 0,0119) / (2 \cdot 0,09 \cdot 8 \cdot 0,011^2 \cdot 0,025) = 18977 \end{aligned}$$

Допустиме навантаження приймають:

$$[\tau]_{co} = 0,8 \cdot 10^6 \text{ Па} \quad [\sigma]_p = 1,5 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

### 5.3 Розрахунки на міцність деталей та вузлів пакетоформувальної машини

#### Визначення напружень

Колова сила:

$$F_t = \frac{10^3 \cdot P_1}{V} = \frac{10^3 \cdot 2,3}{7,4} = 310 \text{ Н}$$

Сили, що діють на вал та підшипники:

$$F_r = 2 \cdot F_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} = 2 \cdot 653,4 \cdot 3 \cdot \sin \frac{149}{2} = 3778 \text{ Н}$$

#### Вибір підшипників

З технологічних міркувань для опори валу приймаємо шарикопідшипники упорні типа 8000 за ГОСТ 6874 – 75 [6] :

$d = 80 \text{ мм}$  – діаметр внутрішнього кільця;

$D = 125 \text{ мм}$  – діаметр зовнішнього кільця;

$H = 31 \text{ мм}$  – висота підшипника;

$C^0 = 164000 \text{ Н}$  – динамічна вантажопідйомність.

З технологічних міркувань для опор валу приймаємо шарикові двохрядні підшипники за ГОСТ 5721 – 75 типу 3608 середньої серії діаметрів:

$d = 80 \text{ мм}$  – діаметр внутрішнього кільця;

$D = 110 \text{ мм}$  – діаметр зовнішнього кільця;

$B = 33 \text{ мм}$  – ширина підшипника;

$C^0 = 64876 \text{ Н}$  – динамічна вантажопідйомність.

#### Розрахунок терміну довговічності підшипників

Ведучий вал

Шарикопідшипники упорні з короткими циліндровими роликами, однорядні. Тип 8000 за ГОСТ 6874 – 75, середня серія  $d = 80$ ,  $D = 125$ ,  $H = 31$  мм,  $z = 2$ ,  $D_1 = 80$ ,  $T = 18.25$ , вантажопідйомність  $C^0 = 164000$  Н, ролики  $DT = 9.5$ ,  $z = 13$ .

Ведений вал

Шарикові двохранні підшипники з короткими циліндровими роликами, однорядні. Тип 3608 ГОСТ 5721 – 75, середня серія  $d = 80$ ,  $D = 110$ ,  $B = 33$ ,  $c = 2.5$ ,  $D_1 = 85$ ,  $T = 22.75$ , вантажопідйомність  $C^0 = 64876$  Н, ролики  $DT = 11.7$ ,  $z = 12$ .

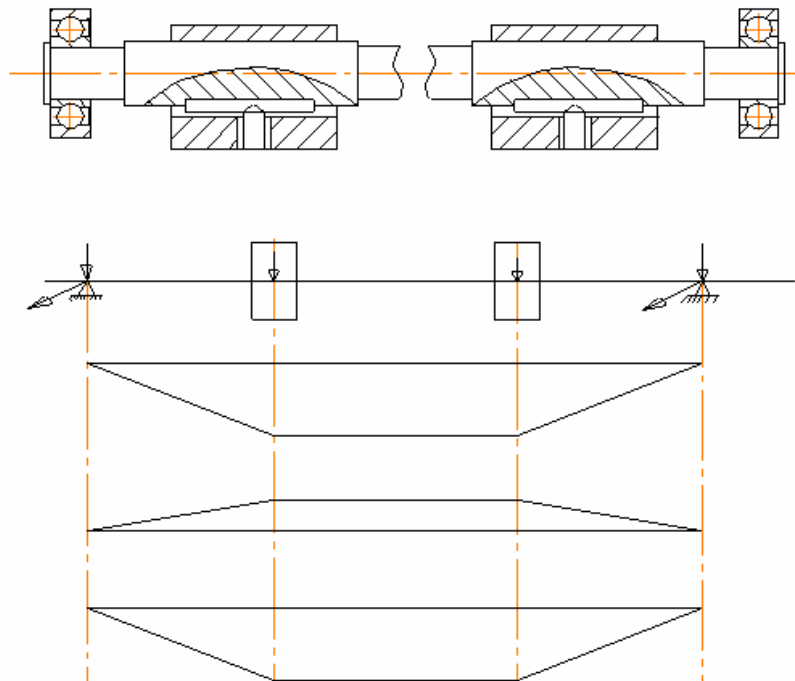


Рис. 5.1. Схема навантаження на вал

Сили, що діють в зачепленні:  $P_{окр} = 1284$  Н,  $P_{рад} = 470$  Н і  $P_{ic} = 382$  Н.

Перший етап компоновки дав  $a = 50$  мм,  $b = 35$  мм

Визначимо реакції опор:

- у площині  $yz$ :

$$Y_2(2a + 2b) = P_{окр} \cdot a + P_{окр}(a + 2b) = P_{окр}(2a + 2b)$$

$$Y_2 = P_{окр} = 1284 \text{ Н.}$$

$$Y_1 (2a + 2b) = P_{окр} \cdot a + P_{окр} (a + 2b) = P_{окр} (2a + 2b)$$

$$Y_1 = P_{окр} = 1284 \text{ Н.}$$

• у площині  $yz$ :

$$X_2 (2a + 2b) = P_{pad} \cdot a + P_{pad} (a + 2b) = P_{pad} (2a + 2b)$$

$$X_2 = P_{pad} = 470 \text{ Н.}$$

$$X_1 (2a + 2b) = P_{pad} \cdot a + P_{pad} (a + 2b) = P_{pad} (2a + 2b)$$

$$X_1 = P_{pad} = 470 \text{ Н.}$$

Сумарні реакції:

$$R_1 = \sqrt{X_1^2 + Y_1^2} = \sqrt{470^2 + 1284^2} = 1361 \text{ Н}$$

$$R_2 = \sqrt{X_2^2 + Y_2^2} = \sqrt{470^2 + 1284^2} = 1361 \text{ Н}$$

Знаходимо осьові складові радіальних реакцій конічних підшипників по формулі:

$$S = 0,83eR$$

$$S_2 = 0,83eR_2 = 0,830,361429 = 427 \text{ Н;}$$

$$S_1 = 0,83eR_1 = 0,830,361429 = 427 \text{ Н;}$$

Тут для підшипників 3608 параметра осьового вантаження  $e = 0,28$ ,  $3 = 28$   $\kappa\text{Н}$ .

Осьові сили підшипників. У нашому випадку  $S_1 = S_2$ ;  $P_{ic} > 0$ ; тоді  $F_{oc1} = S_1 = 1361 \text{ Н}$ ;  $F_{oc2} = S_1 + P_{ic} = 1811 \text{ Н}$ .

Оскільки реакції, що діють на підшипники рівні, то розглянемо один з підшипників. Розглянемо лівий підшипник.

Слід враховувати осьове навантаження.

Еквівалентне навантаження по формулі:

$$P_{e2} = (X_{VR2} + Y_{Foc2}) K_{\delta} Km;$$

для заданих умов  $V = K_{\delta} = K_m = 1$ ; для конічних підшипників при  $\frac{Foc2}{R_2} \Rightarrow e$  коефіцієнт  $X = 0,4$  і коефіцієнт  $Y = 1,67$ .

Еквівалентне навантаження:

$$P_{\Sigma 2} = (0,4 \cdot 1361 + 1,67 \cdot 1811) = 3024 \text{ Н} = 3,024 \text{ кН}$$

Розрахункова довговічність:

$$L = \left( \frac{C}{P_{\Sigma 2}} \right)^{\frac{10}{3}} = \left( \frac{C}{P_{\Sigma 2}} \right)^3 \sqrt[3]{\frac{C}{P_{\Sigma 2}}} = \left( \frac{33}{3,024} \right)^3 \sqrt[3]{\frac{33}{3,024}} \approx 2883 \text{ млн. об.}$$

Розрахункова довговічність:

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n} = \frac{2883 \cdot 10^6}{60 \cdot 650} \approx 73923 \text{ год}$$

де  $n = 650 \text{ об/хв}$  – частота обертання провідного валу.

Розрахунки доводять працездатність пакетоформуючої машини, отже, вона може використовуватися на виробництві.

## 5.4 Розрахунки вузла натяжного пристрою базової та модернізованої конструкцій стрічкового конвеєра. за допомогою CAD системи ANSYS

A: Static Structural  
Static Structural  
Time: 1, s  
09.12.2019 13:29

**A** Force: 200, N  
**B** Displacement  
**C** Displacement 2

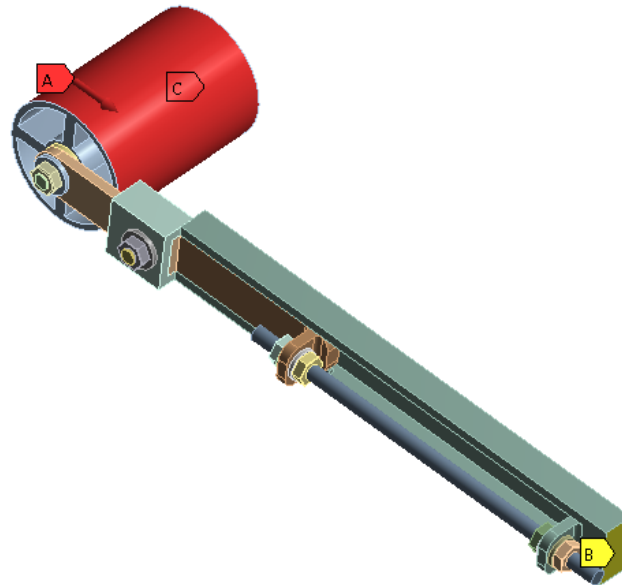


Рисунок 5.2 – Схема навантаження вузла натяжного пристрою базової конструкції стрічкового конвеєра

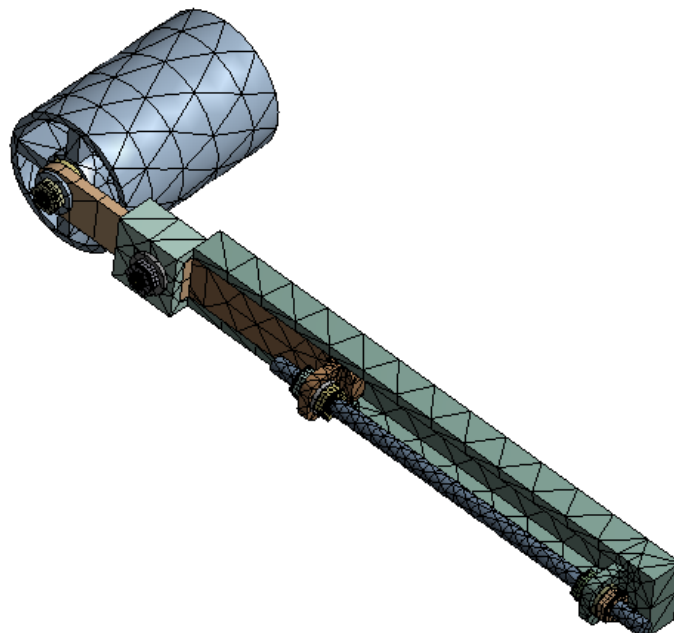


Рисунок 5.3 – Дискретизація 3D моделі вузла натяжного пристрою базової конструкції стрічкового конвеєра

**A: Static Structural**  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: m  
 Time: 1  
 09.12.2019 13:34

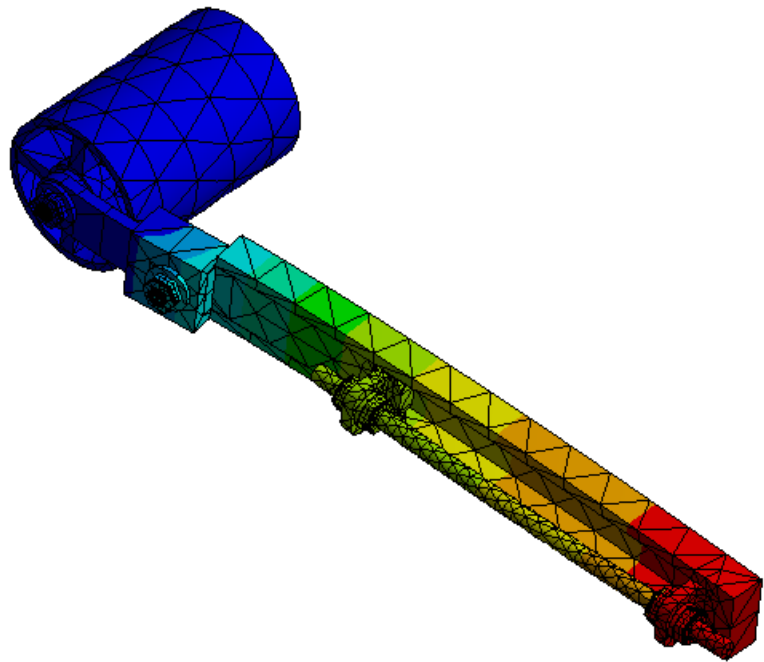
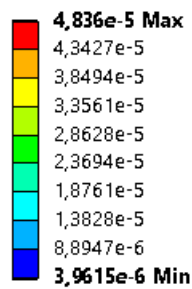


Рисунок 5.4— Поле сумарних переміщень вузла натяжного пристрою базової конструкції стрічкового конвеєра

**A: Static Structural**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: Pa  
 Time: 1  
 09.12.2019 13:35

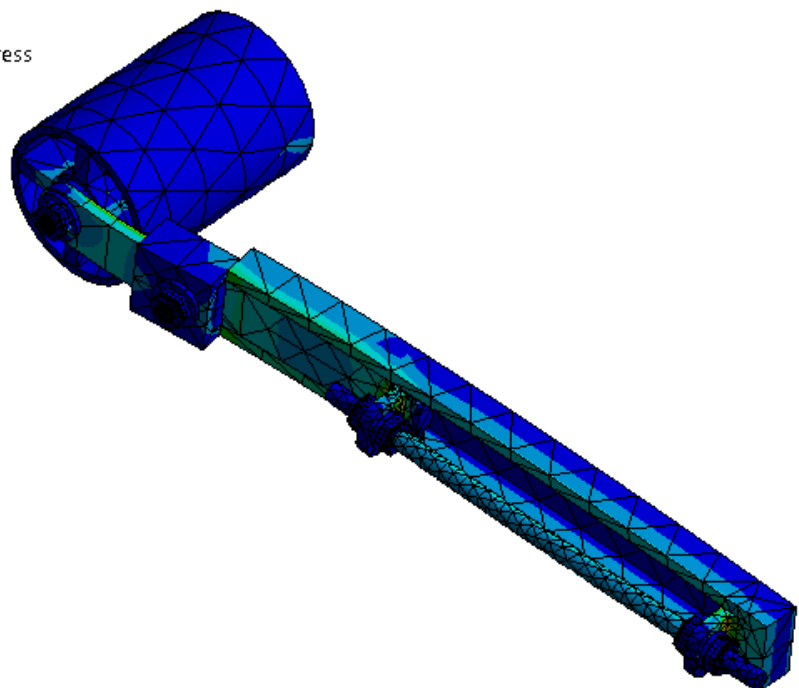
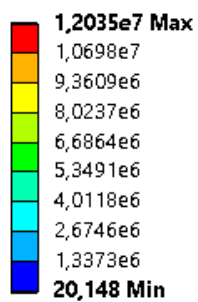


Рисунок 5.5 – Поле еквівалентних напружень за Мізесом вузла натяжного пристрою базової конструкції стрічкового конвеєра

**A: Static Structural**  
 Safety Factor  
 Type: Safety Factor  
 Time: 1  
 09.12.2019 13:36

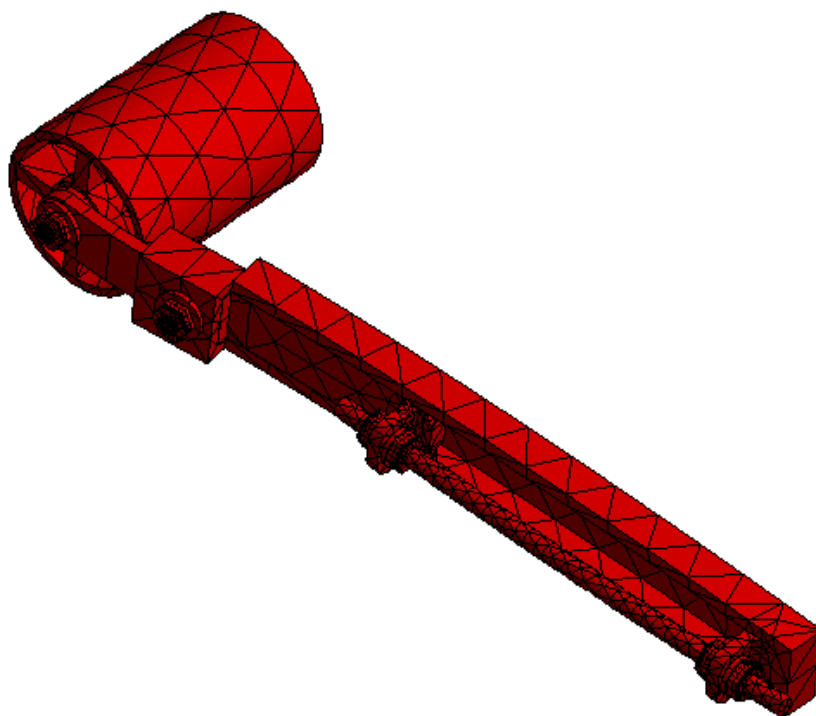
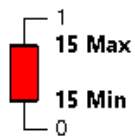


Рисунок 5.6 – Поле запасу міцності вузла натяжного пристрою базової конструкції стрічкового конвеєра

**B: Static Structural --- Mod**  
 Static Structural  
 Time: 1, s  
 09.12.2019 13:46

- A** Force: 200, N
- B** Pressure: 6,e+005 Pa
- C** Displacement
- D** Displacement 2

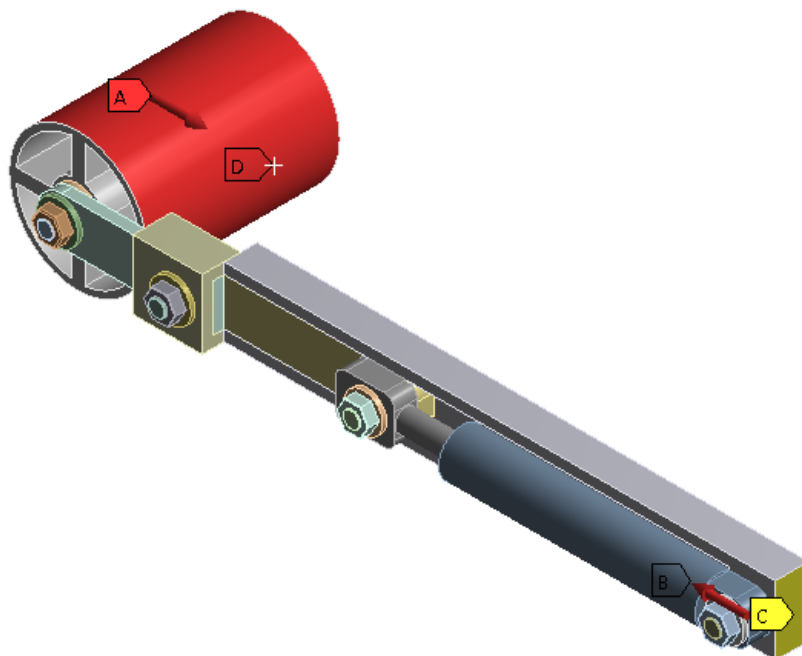


Рисунок 5.7 – Схема навантаження вузла натяжного пристрою модернізованої конструкції стрічкового конвеєра



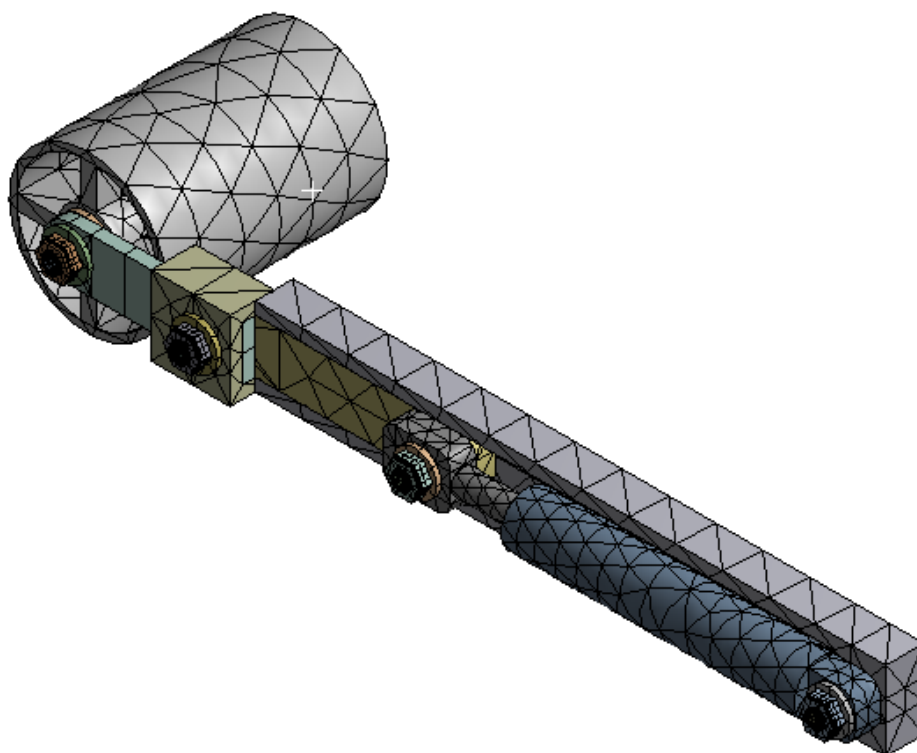


Рисунок 5.8 – Дискретизація 3D моделі вузла натяжного пристрою модернізованої конструкції стрічкового конвеєра

**B: Static Structural --- Mod**  
 Total Deformation  
 Type: Total Deformation  
 Unit: m  
 Time: 1  
 09.12.2019 13:49

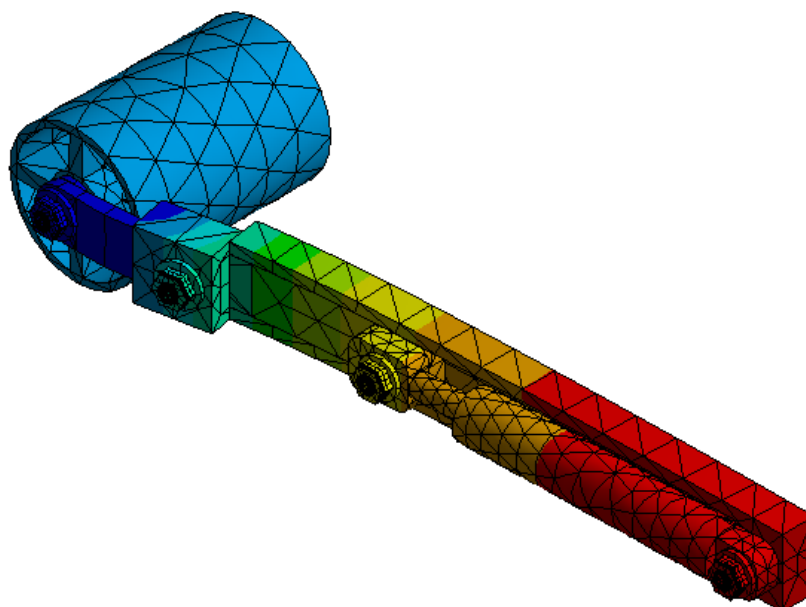
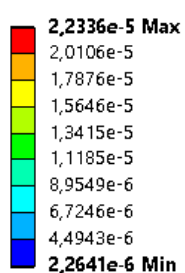


Рисунок 5.9 – Поле сумарних переміщень вузла натяжного пристрою модернізованої конструкції стрічкового конвеєра

**B: Static Structural --- Mod**  
 Equivalent Stress  
 Type: Equivalent (von-Mises) Stress  
 Unit: Pa  
 Time: 1  
 09.12.2019 13:50

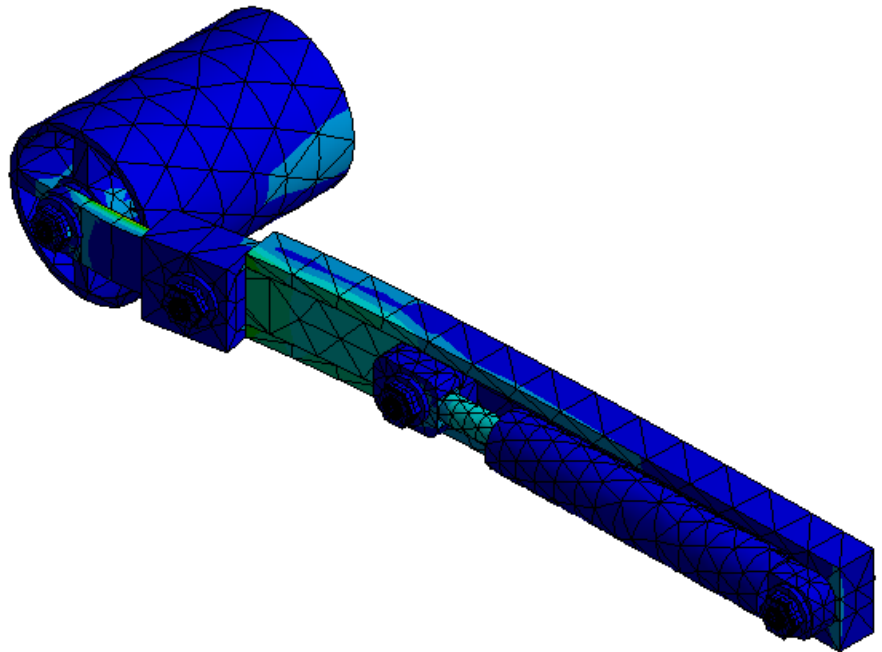
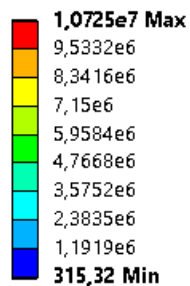


Рисунок 5.10 – Поле еквівалентних напружень за Мізесом вузла натяжного пристрою модернізованої конструкції стрічкового конвеєра

**B: Static Structural --- Mod**  
 Safety Factor  
 Type: Safety Factor  
 Time: 1  
 09.12.2019 13:50

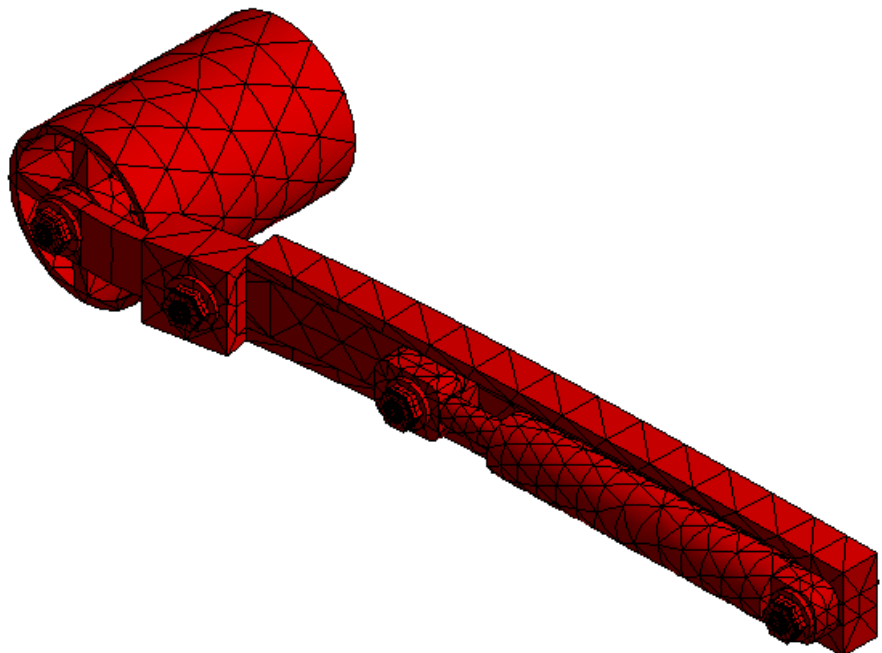


Рисунок 5.6 – Поле запасу міцності вузла натяжного пристрою модернізованої конструкції стрічкового конвеєра

## 6.ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів та законів, відповідних економічних, механічних та санітарно-технічних норм, націлених на збереження життя та здоров'я працівників підприємств.

Завдання охорони праці – мінімізувати виробничий травматизм та професійні захворювання.

Шкідливі виробничі фактори представлені у таблиці № 4.1

Таблиця № 6.1

Шкідливі виробничі фактори			
Хімічні	Фізичні	Біологічні	Психофізіологічні
- токсичний пил;  - хімічні гази;  - хімічні викиди;	- пил;  - шум;  - освітленість;  - вібрації;  - випромінювання;  - температура;  - вологість;  - тиск;	- бактерії;  - віруси;  - мікроорганізми;	- нервові перевантаження;  - стреси;  - монотонність праці;

## 6.1 Характеристика видів шкідливих виробничих факторів

### 1. Мікроклімат

$t = 18 - 25\text{ }^{\circ}\text{C}$  (для цехів  $14 - 16\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

$W = 40 - 60\%$

$P = 760$  мм ртутного стовпа

### 2. Освітленість – розподілення світлового потоку по робочій зоні.

- наявність двох джерел світла – природного та штучного;

- рівномірність освітлення;

- відсутність мерехтінь та яскравих спалахів

Норма освітленості - до 30 люкс/м<sup>2</sup>

### 3. Шум – це поєднання звуків різної частоти та сили, які присутні на робочому місці.

Звукова шкала:

- до 20 дБ – рівень шепоту;

- до 40 дБ – рівень розмовної мови;

- до 85 дБ – рівень виробничого шуму;

- до 130 дБ – рівень нестерпного шуму;

- до 180 дБ – рівень «втоми металу».

4. Вібрації – це коливання різноманітних хвилевих процесів, які відбуваються при певних фізичних навантаженнях.

Ознаки вібраційної хвороби:

- часті головні болі, головокружіння, непритомність;
- вушні та носові кровотечі, нервові стреси
- відхилення від прямоходіння, нервові типи
- інсульт, інфаркт, паралізація організму

## **6.2 Необхідні вимоги до виробничих процесів та устаткування**

1. Виробниче устаткування повинне відповідати вимогам безпеки ДЕРЖСТАНДАРТ 12.2. 003-74.

2. Виробниче устаткування, що випускається підприємствами промисловості будівельних матеріалів, повинне задовольняти Однаковим вимогам по техніці безпеки й виробничої санітарії до конструкцій основних видів технологічного устаткування.

3. Виробниче устаткування повинне відповідати вимогам безпеки протягом усього терміну служби.

4. Безпека виробничого устаткування повинна забезпечуватися:

- вибором принципів дії, конструктивних схем, безпечних елементів конструкцій і т.п.;
- застосуванням у конструкції засобів механізації, автоматизації й дистанційного керування;
- використанням у конструкції засобів захисту;
- відповідати ергономічним вимогам;

- включенням вимог безпеки в технічну документацію по монтажі, експлуатації, ремонту, транспортуванню й зберіганню.

5. При експлуатації виробничого устаткування, що виділяє шкідливі речовини, зміст цих речовин у повітрі робочої зони не повинне перевищувати гранично припустимих концентрацій, установлених ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1. 005-76.

6. Виробничі процеси повинні відповідати вимогам безпеки за ДСТ 12.3. 002-75.

7. Безпека виробничих процесів повинна бути забезпечена:

- вибором вихідних матеріалів, заготовок і напівфабрикатів;
- вибором виробничого устаткування, його розміщенням й організації робочих місць;
- розподілом функцій між людиною й устаткуванням з метою обмеження ваги праці;
- вибором способу зберігання й транспортування вихідних матеріалів;
- професійним відбором і навчанням працюючих;
- застосуванням засобів захисту працюючих;

8. При організації й проведенні технологічних процесів повинні бути передбачені:

- усунення безпосереднього контакту працюючих з вихідними матеріалами, заготовками, напівфабрикатами, готовою продукцією й відходами виробництва, що роблять шкідливий вплив;
- заміна технологічних процесів і операцій, пов'язаних з виникненням небезпечних і шкідливих виробничих факторів, процесами й операціями, при яких зазначені фактори відсутні або мають меншу інтенсивність;
- одержання інформації у виникненні небезпечних і шкідливих виробничих факторів на окремих технологічних операціях;

- система контролю й керування технологічним процесом, яка забезпечує захист працюючих й аварійне відключення виробничого встаткування;
- своєчасне видалення й знешкодження відходів виробництва, що є джерелами небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Вимоги безпеки до технологічного процесу повинні бути викладені в технологічній документації.

9. Вміст шкідливих речовин у викидах виробничих процесів не повинне викликати збільшення концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі населених пунктів і у водоймах санітарно-побутового водокористування вище гранично допустимих величин, установлених затвердженими Держбудом, Санітарними нормами проектування промислових підприємств (СН 245-71).

### **6.3 Електробезпека**

Електричні мережі та електрообладнання, які використовуються на підприємствах, мають відповідати вимогам чинних «Правил устройства электроустановок», «Правил Технической эксплуатации электроустановок потребителей» і «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів» та інших нормативних документів.

З метою забезпечення (дотримання) пожежної безпеки всі електроустановки повинні бути захищені апаратами захисту від струмів короткого замикання, які можуть призвести до пожежі. Плавкі вставки запобіжників мають бути калібровані із зазначенням на клеймі номінального струму (клеймо ставить завод-виготовлювач або електротехнічна лабораторія). Забороняється застосування саморобних вставок.

У місцях, де можливе утворення статичної електрики, мають бути встановлені заземлювальні пристрої.

## 6.4 Пожежна безпека

Категорія приміщення за вибухо-пожежною небезпекою – Г.

На підприємстві має бути встановлений порядок або система оповіщення про пожежу, з яким слід ознайомити всіх працівників.

У приміщеннях мають бути вивішені таблички з номером поженої охорони «101».

На території підприємств встановлюють декілька табличок схеми евакуації працівників, якою потрібно ознайомити кожного.

При виникненні пожежі необхідно негайно знеструмити обладнання в зоні пожежі, або загоряння і вжити заходів для гасіння вогню.

Користуватись відкритим вогнем на території дозволяється тільки у спеціально відведених місцях, для чого слід вивісити на видних місцях відповідні попереджувальні та вказівні знаки.

Всі приміщення, для гарантії безпечної евакуації людей у випадку пожежі, повинні мати евакуаційні шляхи і виходи.

Двері евакуаційних виходів відчиняти в напрямку виходу з будівлі. Влаштувати розсувні, підйомні та обертові двері на евакуаційних шляхах забороняється.

Усі виробничі та підсобні приміщення мають бути забезпечені первинними засобами гасіння пожежі. Пожежне обладнання та інвентар слід розміщувати на видних і легкодоступних місцях і тримати їх цілком справними і готовими до негайного використання. Встановлюються постійний контроль за їх технічним станом та правністю. Ширина проходу після установки огороження повинна бути не менше 1,2 - 1,5 м. Ширина головних проходів у цехи повинна бути не менше 1,5 м. Ширина проходу уздовж стрічкових конвеєрів шириною до 600 мм повинна бути не менше 0,8 м і уздовж широких конвеєрів - не менше 1,1 м. Приводні станції



і кінцеві частини конвеєрів повинні мати доступ з трьох сторін при ширині проходів не менше одного метра.

### **6.5 Техніка безпеки при роботі на пакетоформувальній машині**

1. Особи, не ознайомлені з правилами техніки безпеки, до роботи на пакетоформувальній машині не допускаються.
2. Під час роботи живильника забороняється торкатися будь-чим до обертових і рухомих частин а також струмоведучих елементів.
3. На приводній станції живильника завжди повинні бути протипожежні засоби.
4. При роботі в нічний час місця робітників приводної станції, а також місця перевантаження з одного живильника на інший і вся виробнича лінія повинні бути достатньо освітлені.
5. Перед початком роботи живильника машиніст зобов'язаний подавати звукові сигнали попередження.
6. Під час зупинок для ремонту, змащування або огляду живильник повинен бути відключений.
7. При короткочасних зупинках живильника всі рукоятки керування повинні бути поставлені в нульове положення.
8. Під час роботи живильника всі огорожі гальм, муфт, зубчастих передач і т.д. повинні бути надійно закріплені.
9. Забороняється виконувати ремонт механізмів, а також обладнання під час роботи транспортера.
10. Сходи, площадки і проходи між механізмами завжди повинні бути вільні від сторонніх предметів.

## 6.6 Надзвичайні ситуації

У виробництві може горіти: електроізоляція, дерев'яні матеріали, горючі речовини. Категорія пожежної небезпеки цеху - В (згідно ОНТП 24-86), клас зони пожежонебезпеки П-Па, ступінь вогнестійкості II (згідно СНиП 2.01.02-85).

Основними причинами виникнення пожеж при виробництві є:

- несправність електроустаткування (коротке замикання, великі перехідні опори, перевантаження);
- розряд атмосферної і статичної електрики;
- самозаймання промасленого устаткування.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяються на організаційні, технічні й експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають: правильну експлуатацію устаткування, правильний зміст приміщення, протипожежний інструктаж робітників.

До технічних заходів відносять дотримання протипожежної безпеки, правил і норм при проектуванні будинку, при установці електроустаткування, опалення, освітлення і вентиляції та сповіщувачі.

Експлуатаційні заходи – це своєчасний огляд і ремонт технологічного устаткування та наявність засобів гасіння.

Для гасіння пожежі застосовуються вуглекислові вогнегасники. Категорично забороняється тримати голою рукою розтруб під час гасіння пожежі, а також зберігати вогнегасники біля джерела тепла.

Будівля обладнана запасними двома виходами (на відстані  $l = 30$  м,  $l(\text{дверей}) = 0,8$  м та  $l(\text{коридору}) = 1,2$  м) згідно СНиП 2.09.02-85.

## 6.7 Промислове освітлення

Важливу роль у справі створення безпечних умов праці відіграє освітлення. Розрізняють природне, штучне і сполучене освітлення. Санітарні норми вимагають максимально можливого використання природного освітлення приміщень, тому що останнє підвищує захисні функції організму, стимулює і нормалізує роботу різних його систем.

У денний час виробниче приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бічне освітлення, через світлові прорізи в зовнішніх стінах.

Робота з обслуговування устаткування відноситься до VI розділу підрозділу "а", тобто загальне спостереження за технологічним процесом. Для приміщення виробничого цеху рекомендована освітленість  $E_n = 200$  лк. Забезпечення рівномірного розподілу освітленості досягається в тому випадку, якщо відношення відстані між центрами світильників  $L$  до висоти їх підвісу над робочою поверхнею  $H$  р складе для світильників типу ДРИ. Для штучного освітлення цеху обираємо стандартну лампу - ДРИ-400, світловий потік якої дорівнює 19000лм. Кількість ламп  $N=25$ шт.  $E_f = 250$ лк ДБНВ 2.5.2.8.2006

## 7.РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

### 7.1 Опис ідеї проекту

Стартап – це впрогвадження нових ідей у різних сферах діяльності. Зміст проекту показаний у таблиці 6.1.

Таблиця 7.1 – Зміст стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосуванн	Вигоди для користувача
Зміст ідеї в інженерній підтримці киристувачів наших послуг	1.Розробка високоякісного обладнання	Отримання високоякісного обладнання.
	2.Дослідження та аналіз обладнання	Можливість розрахунково перевірити надійність обладнання.
	3.Розробка керуючих програм	Обладнання має керуючі програми, що спрощує користування.

Це дає можливість надання якісних послуг замовнику.

Проведено аналіз потенційних економіко-технічних властивостей ідеї у порівнянні з конкурентами:

- показано перелік властивостей ідеї;
- показано конкурентів на ринку та вивчено методику впровадження їхніх ідей;

Аналіз проекту показано в таблиці 7.2

Таблиця 7.2 – Аналіз проекту

п\п	Характеристики ідеї	Мій проект	Укрорг-синтез	Хіммаш	Слабка	Нейтральна	Сильна
1.	Розробка	Так	Так	Так	-	-	Конкуренти

	високоякісного обладнання						Не працюють з хімічним виробництвом
2.	Дослідження та аналіз обладнання	Так	Так	Ні	-	-	Конкуренти не проводять аналіз
3.	Розробка керуючих програм	Так	Ні	Так	-	-	Конкуренти не розробляють керуючих програм

Проведений аналіз показав що наш проект є конкурентноспроможний на нашому ринку.

## 7.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Створено ідею реалізації проекту, тобто визначення факторів, які потрібні для нормального функціонування проекту

.Таблиця 7.3 - Технологічна здійсненність ідеї проекту

Ідея проекту	Спосіб реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Розробка високоякісного обладнання	Створення власного веб сайту, оренда приміщення, залучення молодих спеціалістів	В процесі розробки	Доступні

### 7.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Основними операторами ринку є державні та приватні конструкторські відділи, які виконують роботу тільки на власні підприємства та організації, що виконують консалтингові послуги в сфері інжинірингу, аудиту та аутсорсингу.

Таблиця 7.4 – Характеристика ринку стартап проекту

№	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	4
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од.	880000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ДСТУ, ГОСТ, ISO
5	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	80

За результатами таблиці робимо висновок, що ринок є привабливим для втілення нашої ідеї.

Проведений аналіз вказує, що наразі консалтингові послуги мають тенденцію спаду, все це пов'язано з кризою в 2010, 2012 роках та військові дії на сході на початку 2014 року. Головною ціллю багатьох підприємств є перевага в конкуренції перед іншими конкурентами, тобто підприємства повинні бути конкурентоспроможними.

Це можна зробити покращенням якості виготовленої продукції, зменшенням затрат на виробництво та експлуатацію обладнання, створення нового асортименту продукції тощо. Конкуренція на даному ринку є невеликою, оскільки даний вид діяльності є новим. Оскільки в минулому більшість підприємств мали власні відділи, що займалися даним видом діяльності, а саме конструкторські бюро, відділи постачання та продажу. Наш проект передбачає

співпрацю з клієнтом згідно його вимог, з захистом інтелектуальної власності клієнта. Виконана робота на вимогу клієнта не розголошуватиметься, крім цього наш проект передбачає допомогу в патентуванні розробок клієнта, якщо це є необхідним для нього. Також ми можемо запропонувати клієнту власні розробки, модернізації та інновації за вигідними умовами. Канали розподілу інжинірингового ринку розміщуються насамперед в великих містах, з розвиненою промисловістю. А саме в м. Києві, Дніпрі, Харкові, Львові та інших містах де розміщуються великі підприємства з обробки металів, переробки полімерів тощо. Споживча поведінка клієнтів на даний момент набуває великого значення для старту проекту, оскільки від репутації нашої компанії залежить довіра потенційних покупців.

Саме тому окрім рекламування наших послуг в соціальних мережах та інтернеті необхідно підтримувати репутацію. Насамперед це можна забезпечити високою якістю виконаних послуг для клієнтів, внаслідок чого можлива довгострокова співпраця з декількома клієнтами. Їхні конкуренти можуть помітити ці позитивні зміни та також піти на співпрацю з нашим проектом.

Таблиця 7.5 - Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
Потреба якісного обладнання	Компанії хімічного виробництва	Створення різнопланової продукції	Якість Точність Низька вартість

Таблиця 7.6 - Фактори загроз

Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
Економічні: Криза, Інфляція, Підвищення цін на сировину (виробництво солей, кислот і лугів, а також на нафтопродукти)	Впливає на купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару	Підвищення/пониження ціни на продукт у залежності від цін на сировину. Прив'язка до стабільних валют.
Політико-правові: «Закон України про підприємницьку діяльність»	Впливає на працездатність проекту, купівлю/продаж товару, або ресурсу необхідного для товару Недостатня підтримка державою нових підприємців	Зміна напрямків імпорту/експорту. Відповідність вимогам законодавства України та країн з якими ведеться співпраця.
«Закони України про ліцензування певних видів господарської діяльності».	Дорого вартісні ліцензії, заборона на діяльність без ліцензії	Відповідність вимогам законодавства України та країн з якими ведеться співпраця.

Таблиця 7.7 - Фактори можливостей

Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
Науково-технічні Зміна технології виготовлення	Приваблення молоді	Розробка новизни



обладнання		
Демографічні: Зростання населення	Зростання попиту	Знаходження нових клієнтів
Соціально-культурні: Консервативність поглядів споживачів	Не бажання ризикувати з новим обладнанням	Пропозиція модернізації старого обладнання

#### 7.4 Розроблення ринкової стратегії стартап-проекту

Таблиця 7.8 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу в сегмент
1	Малі приватні промислові підприємства хімічної галузі	Висока	Висока	Висока	Середня
2	Великі промислові підприємства хімічної галузі	Середня	Висока	Висока	Середня

При визначенні оптимальної системи збуту було вирішено, що ми будемо проводити збут власними силами. Останньою складовою маркетингової програми є

розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів .

Відповідно до проведеного аналізу перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту поява даного проекту є актуальна так як на ринку мала кількість компаній яка надає такий спектр послуг. І має перспективи росту на ринку послуг який відновлюється.

## 8.ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ

При виконанні розділу «Технологія монтажу та експлуатації» магістерської дисертації було розроблено технологічні процеси складання вузла «Натяжного барабана» та технологія монтажу і експлуатації стрічкового конвеєра.

У наступних підрозділах описані порядок і всі етапи розробки даних технологічних процесів.

### 8.1 Складання натяжного барабана стрічкового конвеєра

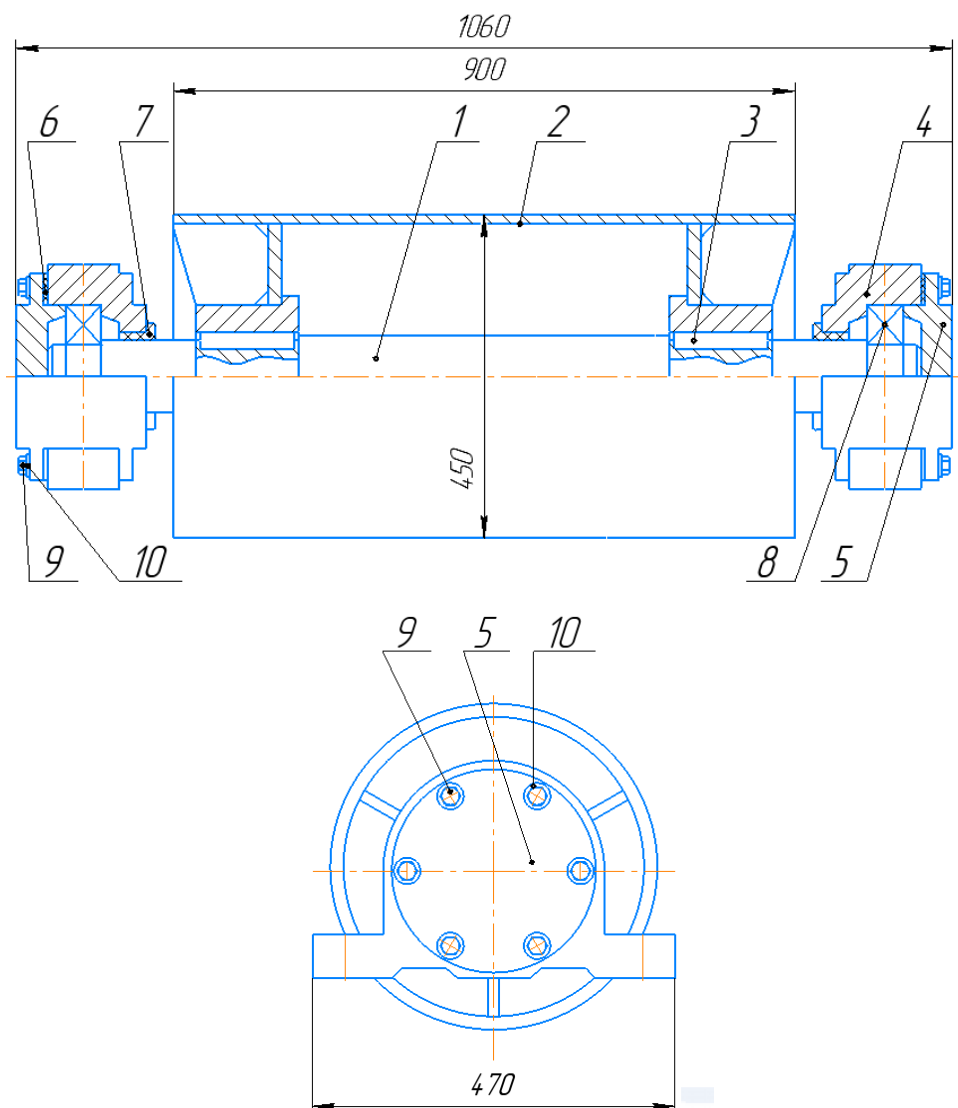


Рисунок 8.1 - Ескіз натяжного пристрою

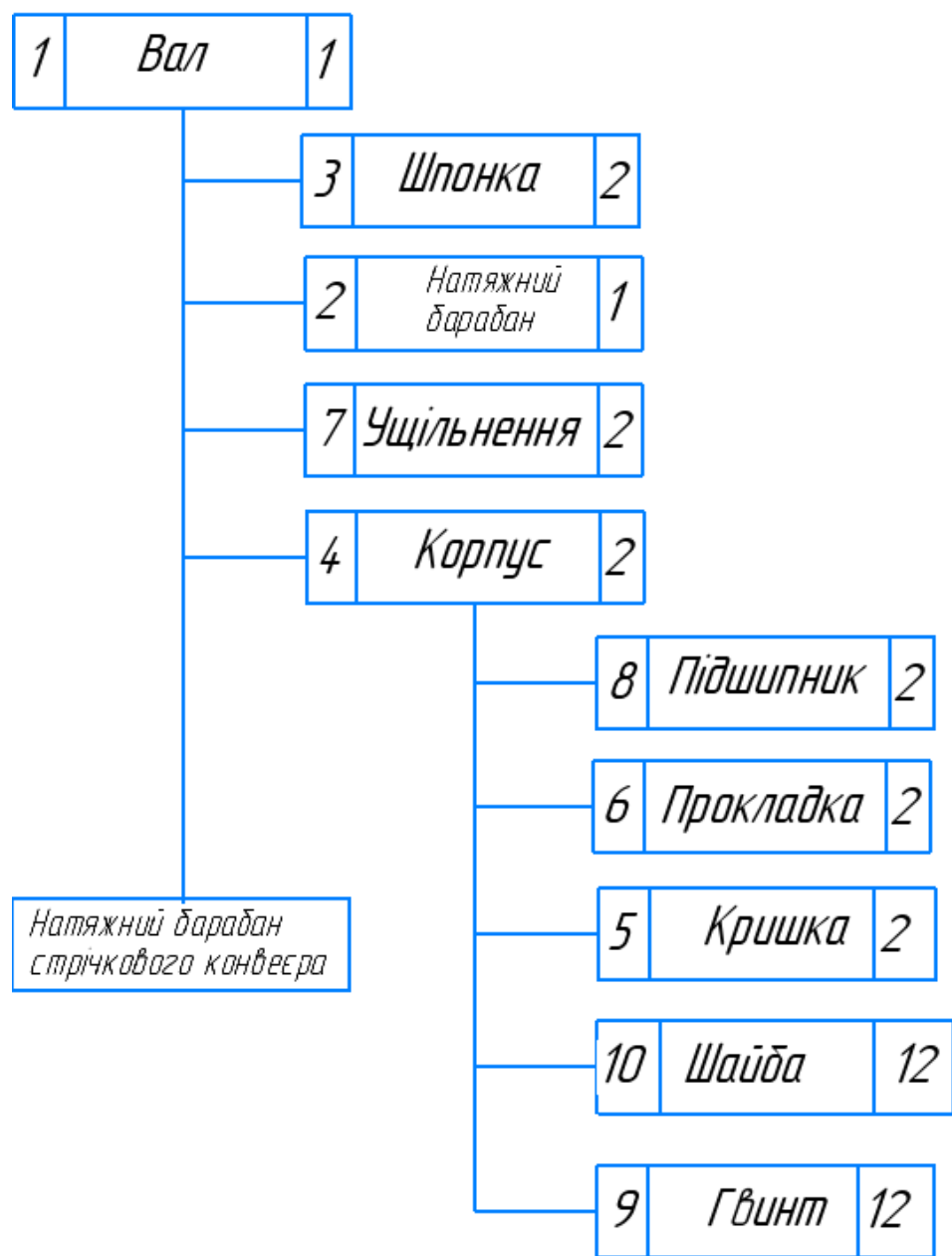
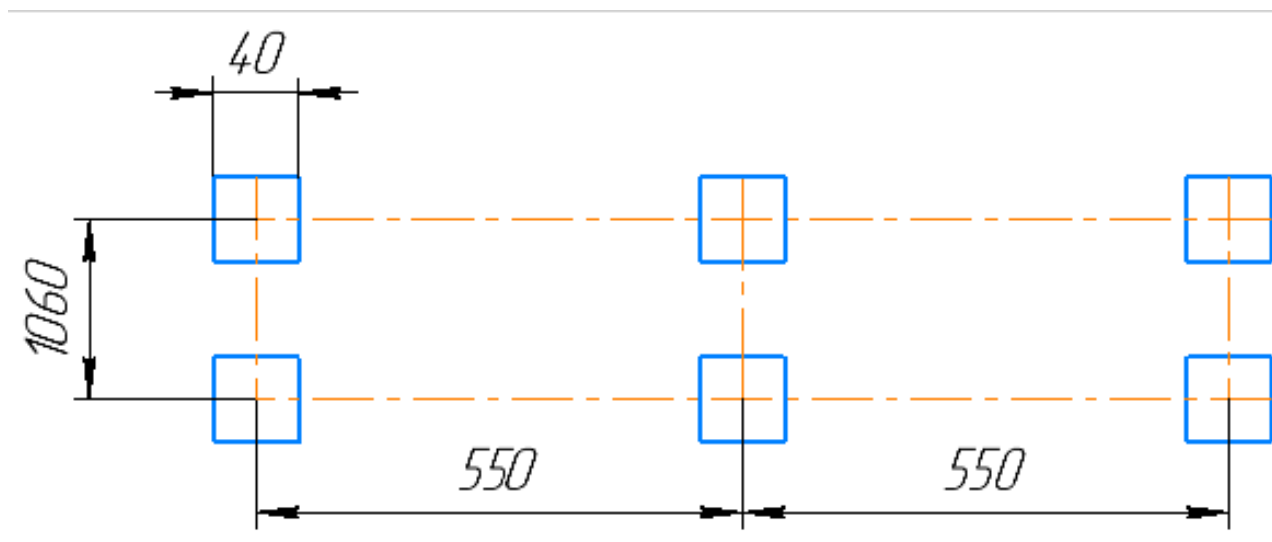


Рисунок 8.2 - Схема складання натяжного барабана

				Операційна карта															
№ цеху	№ учас.	№ місця	№ опер.	Найменування операції						Устаткування									
				Збирання натяжного барабана															
№ переходу	Зміст переходу						Технологічний режим		Кількість		Пристосування		Інструмент		То, хв				
1	На вал 1 встановлюємо барабан 2 за допомогою шпонки 3						Вал 1		1		Прес гідравлічний		Підставка		5				
							Барабан 2		1				Підставка						
							Шпонка 3		2				Підставка						
2	На вал 1 встановлюємо корпус 4 і ущільнення 7, напресовуємо підшипник 8						Вал 1		1		Прес гідравлічний		Підставка		5				
							ущільнення 7		2				Підставка						
							Корпус 4		2				Підставка						
							підшипник 8		2										
3	На корпус 4 встановлюємо прокладку 6 ,кришку 5 і загвинчуємо гвинтами 9, під які підкладаємо шайби 10						Корпус 4		1		Гайковий ключ S13		Надставка		6				
							Кришка 5		2				Гайковий ключ S13						
							Гвинт 9		12										
							Шайба 10		12										
Прокладка 6		2																	
4	Загальний час														16				
			Арк							Розроб.	Власенко				Арк.				
			Арк							Керівник	Колосов								
		Зм	Арк							Н. Контр.	Борщик				Ар-в				
									Дата	Затв.	Гондлях				1				

Дубл.																			
Взамін																			
Підпис																			
											Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата				
Розробив	Власенко С. Л.			НТУУ "КПІ",															
Перевірів	Борщук С.О.			ім.І.Сікорського															
				о															
				ІХФ															
															Стрічковий конвеєр		Н		
Н. контр.																			

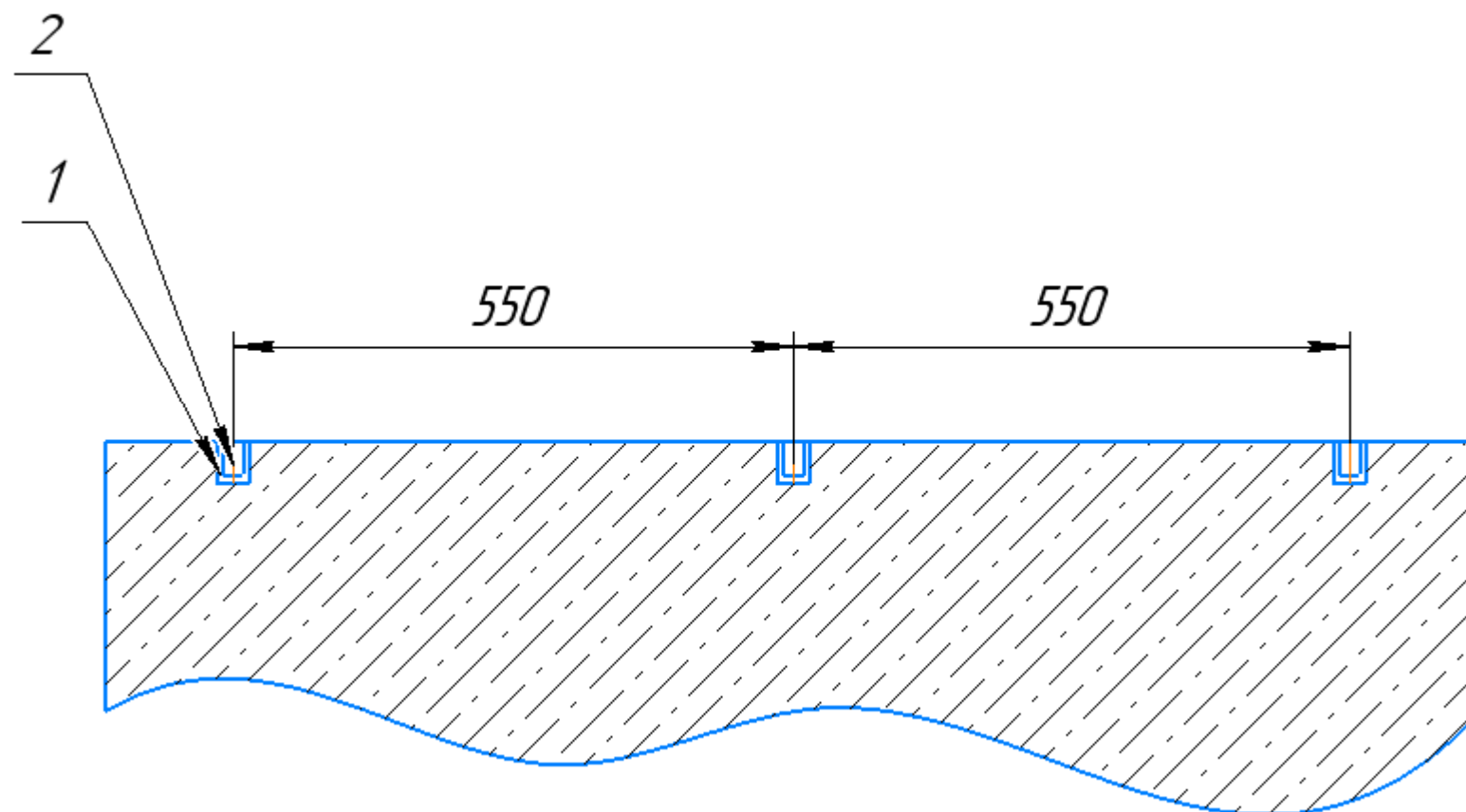


План-схема розміщення фундаментних болтів

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			


Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Власенко С. Л.			НТУУ "КПІ", ім. І. Сікорського ІХФ		005	
Перевірів	Борщик С. О.						
				Стрічковий конвеєр			Н
Н. контр.							

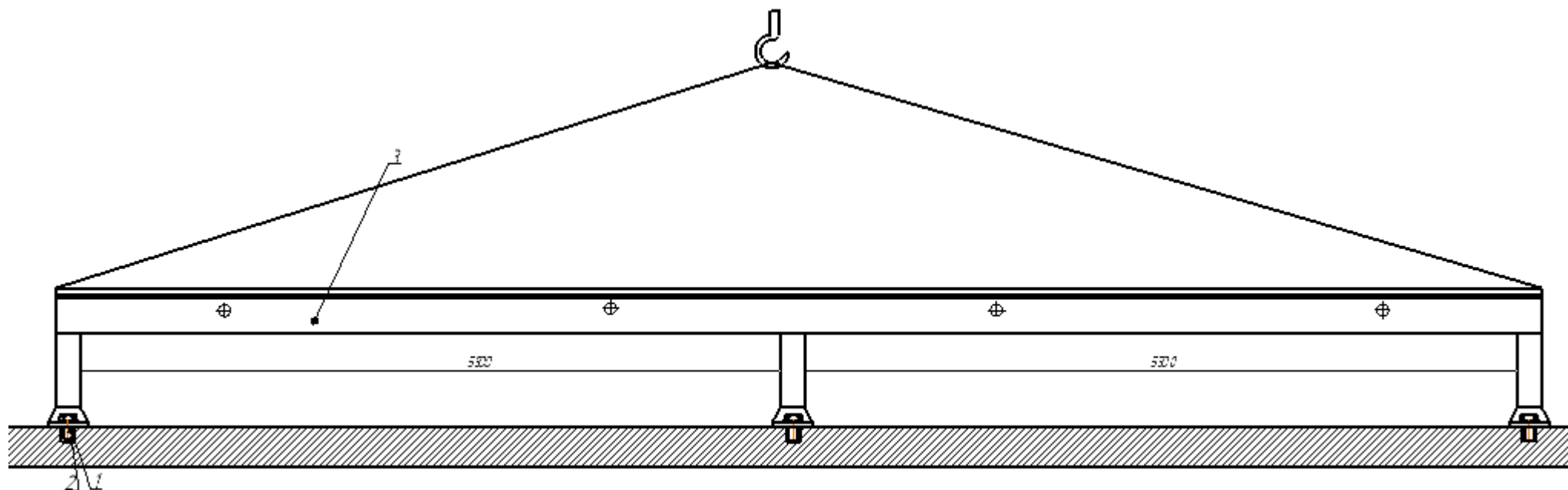


KE

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			


Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Власенко С. Л.			НТУУ "КПІ", ім. І. Сікорського ІХФ		010	
Перевірів	Борщик С. О.						
				Стрічковий конвеєр			Н
Н. контр.							

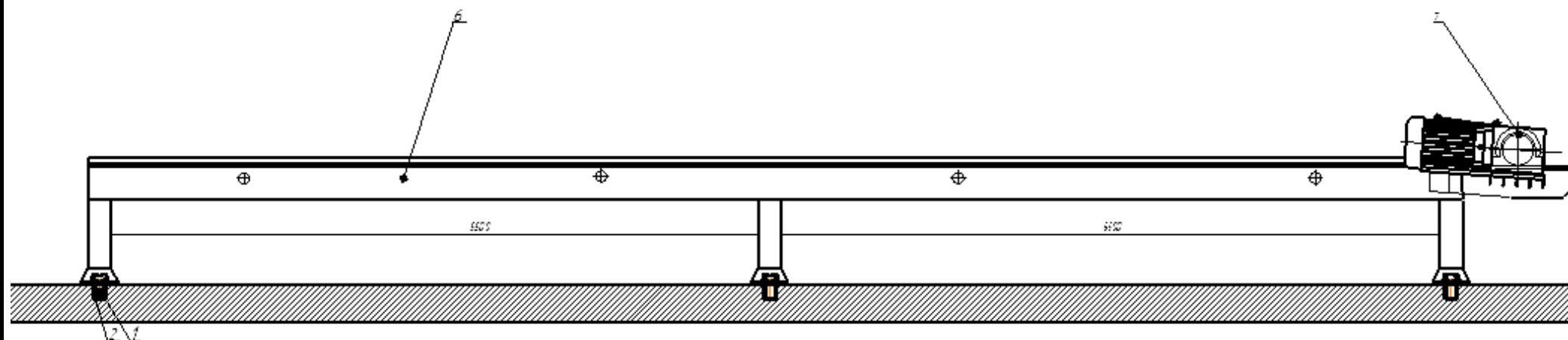


KE



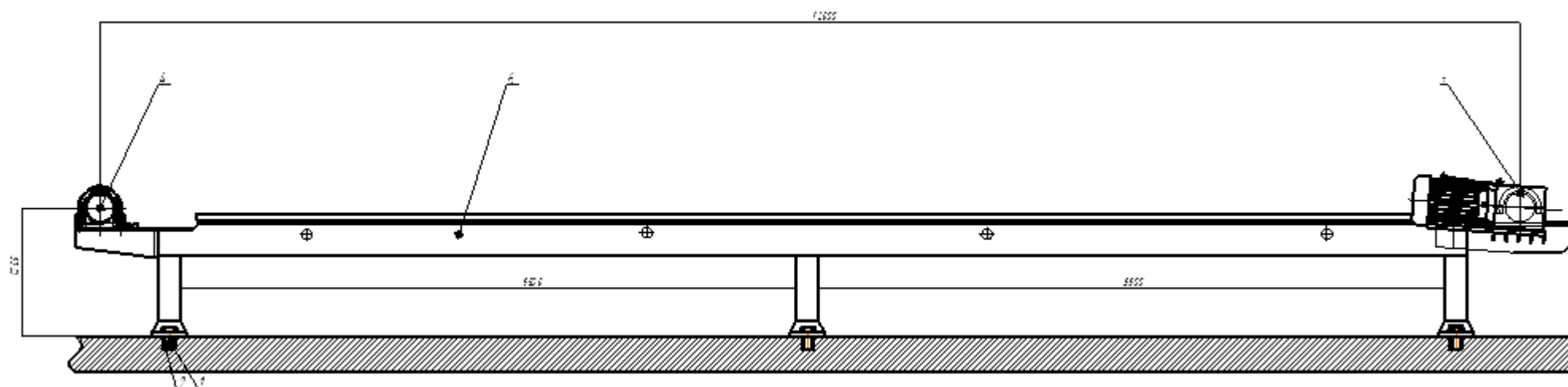
Дубл.														
Взамін.														
Підпис										Зм	Ар	Недок.	Підпис	Дата

Розробив	Власенко С. Л.			НТУУ "КПІ",										
Перевірів	Борщик С.О.			ім.І.Сікорського									015	
				ІХФ										
Н. контр.													Н	



KE

Дубл.													
Взамін.													
Підпис										Зм	Ар	№ док.	Підпис Дата
Розробив	Власенко С. Л.			НТУУ "КПІ",								020	
Перевірів	Борщук С.О.			ім.І.Сікорського									
				ІХФ									
				Стрічковий конвеєр						Н			
Н. контр.													

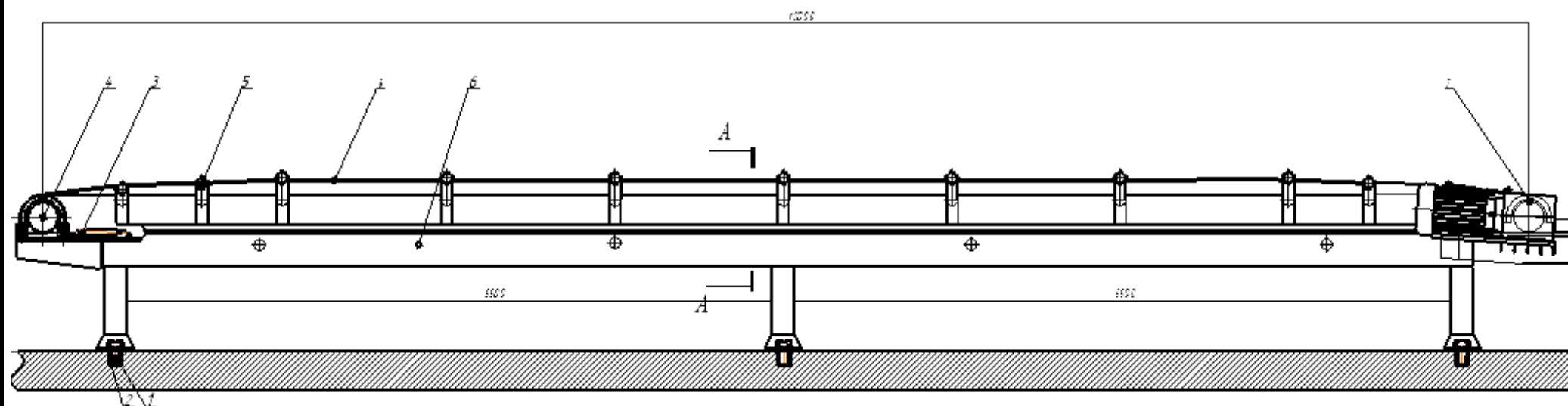


KE

Дубл.			
Взамін.			
Підпис			


Зм	Ар	№ док.	Підпис	Дата

Розробив	Власенко С. Л.			НТУУ "КПІ", ім. І. Сікорського ІХФ			
Перевірів	Борщик С. О.						025
Н. контр.				Стрічковий конвеєр		Н	



KE

				Операційна карта Слюсарних, слюсарно-складальних та Електромонтажних робіт														
№ цеха	№ участ.	№ операц	Найменування операції									Обладнання (найменування, модель)						
			Монтаж Стрічкового конвеєра															
Номер переход	Зміст переходу									Технологічний режим		К-сть	Прийомлення (код та найменування)		Інструмент (код та найменування)		T <sub>0</sub>	
	1	Встановити по розмітці фундаментні болти 1 та залити фундаментні колодязі 2									Болт 1		8	Кран підйомний, Q = 2 т		Гайковий ключ S=32		60
											Колодязь 2		8	Кран підйомний, Q = 2 т		Гайковий ключ S=32		240
	2	Застропити, підняти та встановити станину 6 . Наживити на фундаментні болти гайки та зачекатизатвердіння бетону. Затягнути гайки.									Станина 6		1	Кран підйомний, Q = 2 т		Гайковий ключ S=32		240
	3	Застропити, підняти та встановити привідний барабан з двигуном 7. Наживити на фундаментні болти гайки.									Двигун 7		1	Кран підйомний, Q = 2 т		Гайковий ключ S=32		45
	4	Застропити, підняти та натяжний барабан 4. Наживити на болти гайки . Затягнути гайки.									Натяжний барабан 4		1	Кран підйомний, Q = 2 т		Гайковий ключ S=12		45
5	Встановити натяжний пристрій 3, встановити підтримуючі ролики 5,встановити стрічку 8.									Натяжний пристрій 3 Підтримуючі ролики 5 Стрічка 8		1 20 1	Кран підйомний, Q = 2 т		Гайковий ключ S=32			
												1					30	
												1						
												Розроб.	Власенко С. Л.				Арк	
			Аркуш										Перевір.	Борицький С.О.				1
																		Арк
		Вим.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата	Вим.	Аркуш	№ докум									1

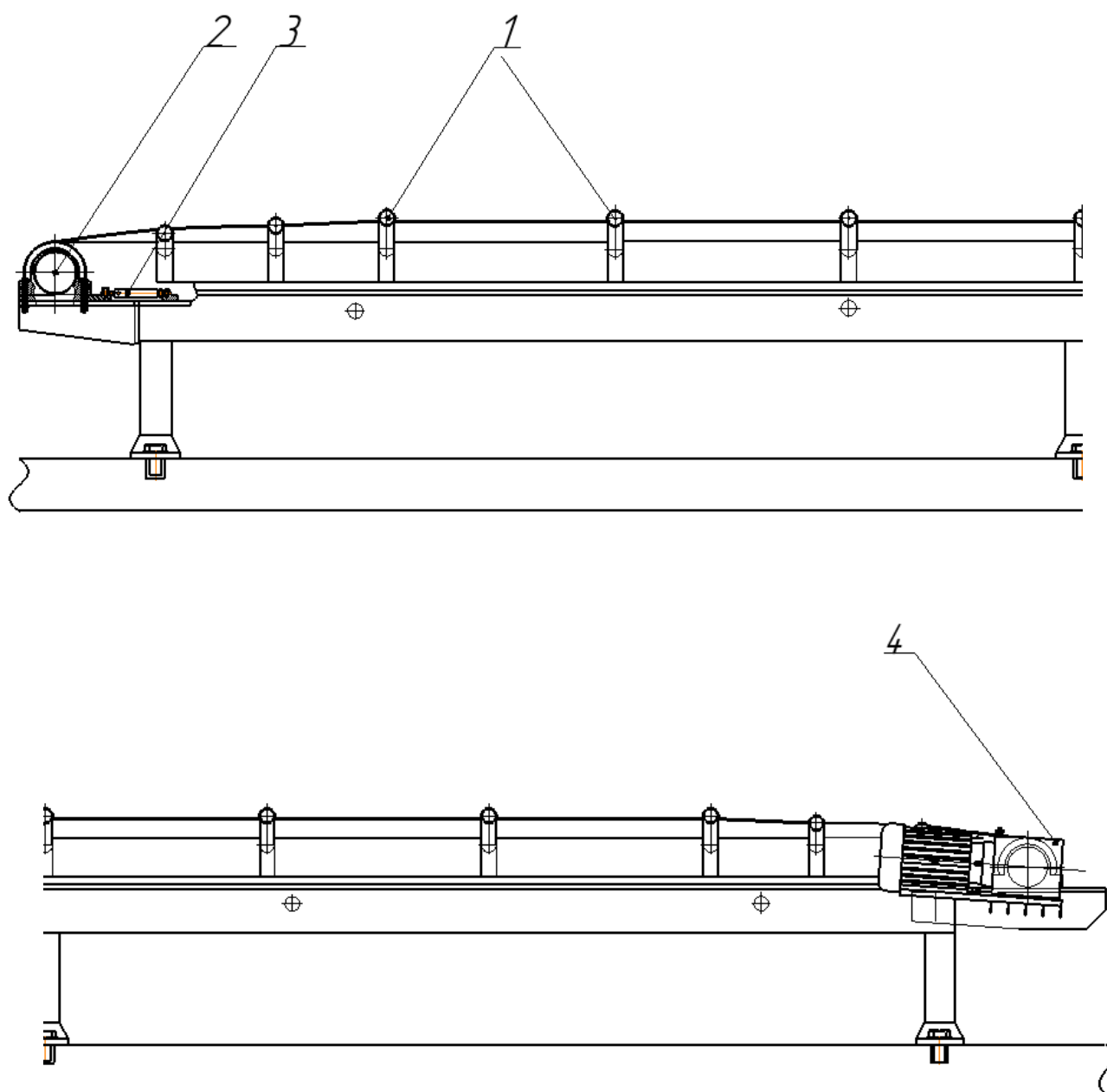


Рисунок 8.3 – Схема змащення стрічкового конвеєра

Таблиця 8.1 – Таблиця змащення стрічкового конвеєра

№ поз.	Найменування змащуємого вузла	Найменування змащуємого матеріалу	Кількість точок змащування	Спосіб нанесення мастила	Періодичність	Примітка
1	Змащення підшипників ролика	Солідол жировий ГОСТ 1033-81	20	Підшипники змащуються шляхом набивки мастила в порожнину через спеціальні мастилки	Поповнення мастилок проводити 1 раз в місяць	
2	Підшипники Приводного і натяжного барабанів	Солідол жировий ГОСТ 1033-81	4	Підшипники змащуються шляхом набивки мастила в порожнину через спеціальні мастилки	Поповнення мастилок проводити 1 раз в 25 днів	
3	Гідроциліндр	Масло Гідравлічне МГЕ-46 ГОСТ 17479	2	Гідроциліндр змащується за рахунок мастила яке приводить його в рух	1раз/6 місяців	
4	Привідний редуктор: а) шестерні редуктора	Масло Трансмійне ГОСТ 23652	1	Заливка Через заливну горловину	1раз/6 місяців	
	б)	Солідол	4	набивки	1раз/6	

	підшипникові вузли	жировий ГОСТ 1033-81		мастила в порожнину через спеціальні мастилки	місяців	
--	-----------------------	----------------------------	--	---	---------	--

## 9. АВТОМАТИЗАЦІЯ

Пакетоформувальна машина Рис 9.1. являє собою рамну конструкцію, у середині якої встановлені механічні вузли.

Стрічковий конвеєр 5 служить для подачі попередньо зорієнтованих вантажів за допомогою коригуючого весла 4 до накопичувача 2, виконаного у вигляді приводного рольганга. Накопичувач забезпечений напрямними з кутовими упорами і досилаючим пристроєм, що представляє собою двухцепний конвеєр 3 з двома упорами.

Направляючі з кутовими упорами служать для остаточної орієнтації штучного вантажу при формуванні шару і його ущільнення при досиланні на стулки 10 укладальника 1. Відстань між напрямними регулюють в залежності від необхідної ширини пакету. При остаточному досиланні шару вантажу на стулки укладальника досилаючий конвеєр відключається і стулки розкриваються. Сформований вантаж опускається на піддон, утримуваний каретками підйомно-опускного пристрою 8 в крайньому верхньому положенні. Потім каретки переміщуються вниз на висоту шару пакетованого вантажу і стулки укладальника закриваються.

Формування другого шару відбувається в послідовності, що забезпечує перев'язку стиків при укладанні на перший шар. Після укладання в пакет останнього шару каретки підйомно-опускного пристрою опускаються в крайнє нижнє положення, встановивши тим самим пакет на конвеєр 6 магазину піддонів, який виводить пакет з шахти на зовнішній рольганг 9. При виведенні сформованого пакету порожній піддон за допомогою відсікача піддонів 7 надходить на конвеєр 6, який встановлює піддон над вилами кареток підйомно-опускного пристрою. Після установки піддону в крайнє верхнє положення машина готова до формування наступного пакету.



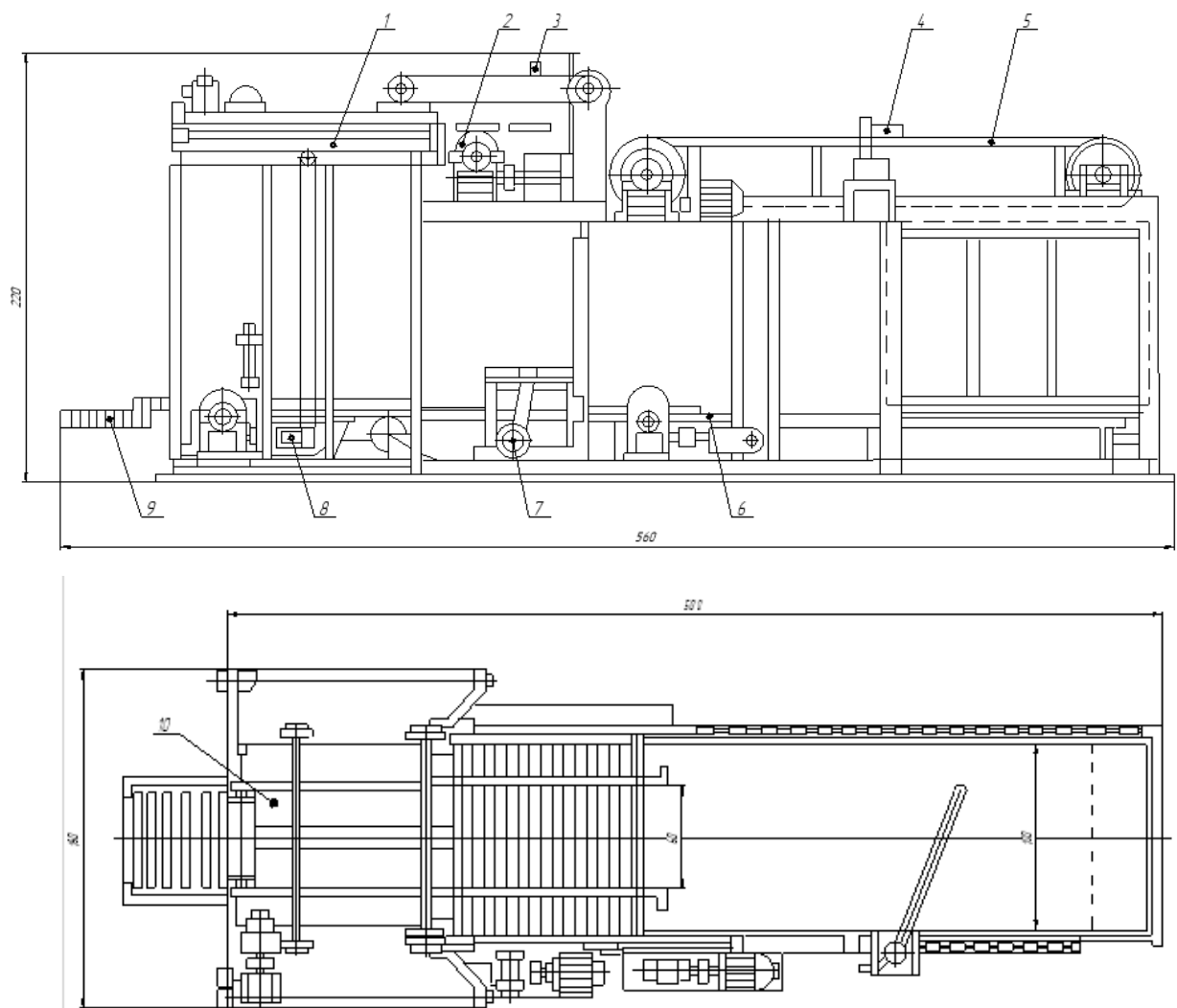


Рис.9.1 - Пакетоформувальна машина

1. Укладчик.
2. Накопичувач.
3. Пластинчастий конвеєр.
4. Корируюче весло.
5. Стрічковий конвеєр.
6. Конвеєр подачі піддонів.
7. Відсікач піддонів.
8. Підйомно-опускний пристрій.
9. Рольганг.
10. Стулки.

### Операції, що виконує машина:

- 1- Подача мішка до машини.
- 2- Коригування положення мішка.
- 3- Подача мішка до накопичувача.
- 4- Накопичення.
- 5- Подача мішка на стулки.
- 6- Подача піддонів до машини
- 7- Поштучна видача піддонів.
- 8- Подача піддона на підйомно-опускний пристрій.
- 9- Підняття піддона до стулок.
- 10- Відкриття стулок.
- 11- Виведення з машини сформованого пакета.

### Цикл роботи машини.

$\Delta t$     $\Delta t$                        $\Delta t$                        $\Delta t$     $\Delta t \Delta p$     $\Delta t$      $\Delta t$     $\Delta t$     $\Delta p$      $\Delta t$

1 – 2 – 1 – 2 – 3 – 3 – 4 – 4 – 5 – 6 – 7 – 6 – 5 – 7 – 1 – 7 – 7 – 8 – 9 – 10 – 8 – 1 – 9 – 10 – 11 – 11

1,2,3,6,10-моностабільні

4,5,7,8,9,11-бістабільні

### Модуль 1

Для подачі мішка в машину в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск - 120 бар (12 МПа);

швидкість ходу поршня - 10-1000мм/с;

робоча температура - -5°C...+70°C;

діаметр поршня - 40 мм;

хід - 25 мм;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 1.0.

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 1.1.

В якості апаратів інформаційного рівня (датчиків положення штока циліндра) доцільно взяти розподільники 3-лінійні, 2-позиційні, моностабільні, з роликовим натискачем і пружинним поверненням; Кількість – 2 шт.;

Позиція на схемі – 1.2, 1.3.

Пневмоциліндр контролюється релею витримки по часу.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 1.4.

## Модуль 2

В якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 1500 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 1,2 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 2.0.

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 2.1.

В якості апарата інформаційного рівня використовується інвертор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 2.2.

Мотор контролюється релею витримки по часу.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 2.3.

### Модуль 3

В якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,86 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 3.0.

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 3.1.

В якості апарата інформаційного рівня використовується інвертор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 3.2.

Мотор контролюється релею витримки по часу.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 3.3.

## Модуль 4

В якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 1750 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,32 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 4.0.

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім пневматичним керуванням.

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 4.1.

В якості апарата інформаційного рівня використовується інвертор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 4.2.

Мотор контролюється реле витримки по часу.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 4.3.

## Модуль 5

Для подачі мішка на ступки в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,52 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позначення на схемі – 5.0.

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім пневматичним керуванням.

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 5.1.

В якості апарата інформаційного рівня використовується інвертор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість – 1шт.;

Позиція на схемі – 5.2.

Мотор контролюється реле витримки по часу.

Кількість – 1шт.;

Позиція на схемі – 5.3.

## Модуль 6

Для подачі піддонів в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням. Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск - 120 бар (12 МПа);

швидкість ходу поршня - 10-1000мм/с;

робоча температура - -5°C...+70°C;

діаметр поршня - 40 мм;

хід - 25 мм;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 6.0.

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням, Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 6.1.

В якості апаратів інформаційного рівня використовується інвентор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з роликовим натискачем і пружинним поверненням;

Кількість – 1 шт.;

Позначення на схемі – 6.2.

Пневмоциліндр контролюється релею витримки по тиску а також між операціями відбувається затримка по часу.

Кількість – 2 шт.

Позиція на схемі – 6.3, 6.4.

## Модуль 7

Для поштучної видачі піддонів в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 1,5 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 7.0.

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім пневматичним керуванням.

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 7.1.

В якості апарата інформаційного рівня використовується інвертор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 7.2.

Мотор контролюється релею витримки по часу.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 7.3.

## Модуль 8

Для подачі піддона на підйомно-опускний пристрій в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 2000 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 8.0.

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім пневматичним керуванням,.

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 8.1.

В якості апарата інформаційного рівня використовується інвертор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 8.2.

Мотор контролюється реле витримки по часу.

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 8.3.

## Модуль 9

Для підняття піддона до ступок в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:



максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,42 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 9.0

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім пневматичним керуванням.

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 9.1.

В якості апарата інформаційного рівня використовується інвертор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням.

Кількість – 1шт.;

Позиція на схемі – 9.2.

Мотор контролюється релею витримки по часу.

Кількість – 1шт.;

Позиція на схемі – 9.3.

## Модуль 10

Для відкриття стулок в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний циліндр двосторонньої дії, поршньовий, одноступінчатий, з двостороннім регульованим демпфуванням.

Технічні характеристики приводу:

максимальний робочий тиск - 120 бар (12 МПа);

швидкість ходу поршня - 10-1000мм/с;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр поршня - 40 мм;

хід - 25 мм;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 10.0

В якості керуючого пристрою, який змінює напрям ходу поршня циліндра обрано розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 10.1

В якості апаратів інформаційного рівня використовується інвентор 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з роликовим натискачем і пружинним поверненням;

Кількість – 1 шт.;

Позиція на схемі – 10.2.

Пневмоциліндр контролюється релею вижимки по тиску.

Кількість – 1шт.;

Позиція на схемі – 10.3.

## Модуль 11

Для вивантаження готового пакету з машини в якості виконавчого пристрою вирішено обрати пневматичний мотор, не реверсивний.

Технічні характеристики мотору:

максимальна частота обертання – 3000 об/хв.;

робоча температура -  $-5^{\circ}\text{C} \dots +70^{\circ}\text{C}$ ;

діаметр вала – 9,52 мм;

максимальна потужність – 0,82 кВт;

Кількість - 1 шт.;

Позиція на схемі – 11.0.

В якості керуючого пристрою, який включає і виключає пневмомотор обрано розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім пневматичним керуванням.

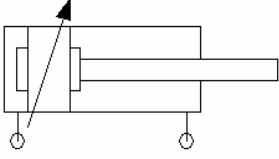
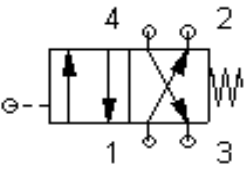
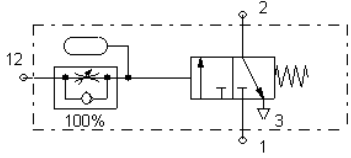
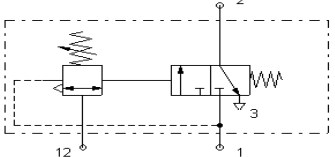
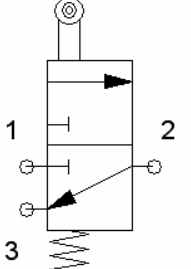
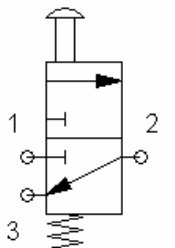
Кількість – 1шт.;

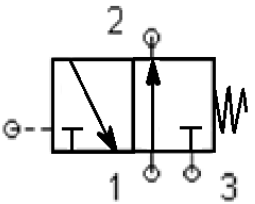
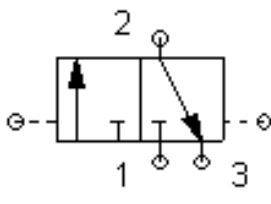
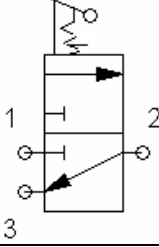
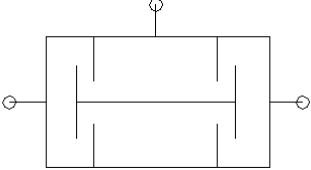
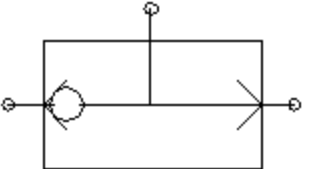
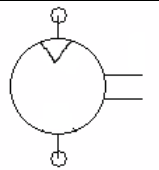
Позиція на схемі – 11.1.

Кількість – 1шт.;

Позиція на схемі – 11.2.

Таблиця 9.1

№	Назва	Схема позначення	Фірма виробник	Маркування	Кількість
1	Пневмоциліндр двосторонньої дії з двостороннім демпфуванням		“Pneumax”	1305.40.50.01 (ISO)	3
2	Розподільник 4-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням		“Pneumax”	228.32.11.11	3
3	Реле витримки по часу		“Pneumax”	105.32.2.1	10
4	Реле контролю по тиску		“Pneumax”	105.32.2.1	2
5	Розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з роликовим натискачем і пружинним поверненням		“Pneumax”	105.32.2.1	4
6	Кнопка одиничного старту		“Pneumax”	104.32.6.22/3	1

7	Розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, моностабільний, з одностороннім пневматичним керуванням і пружинним поверненням		“Pneumax”	105.32.2.1	13
8	Розподільник 3-лінійний, 2-позиційний, бістабільний, з двостороннім пневматичним керуванням		“Pneumax”	105.32.2.1	6
9	Кнопка тривалої роботи		“Pneumax”	105.32.4/3	1
10	Логічний клапан «І»		“Pneumax”	6.04.05/1	32
11	Логічний клапан «АБО»		“Pneumax”	6.04.05	6
12	Пневматичний мотор не реверсивний		ЗАО “Инструм-Рэнд”	MRV005CL	8

Розробка керуючих команд пакетоформувальної машини (багатопривідної циклової системи 2-го класу складності) за допомогою методу функціональних графів

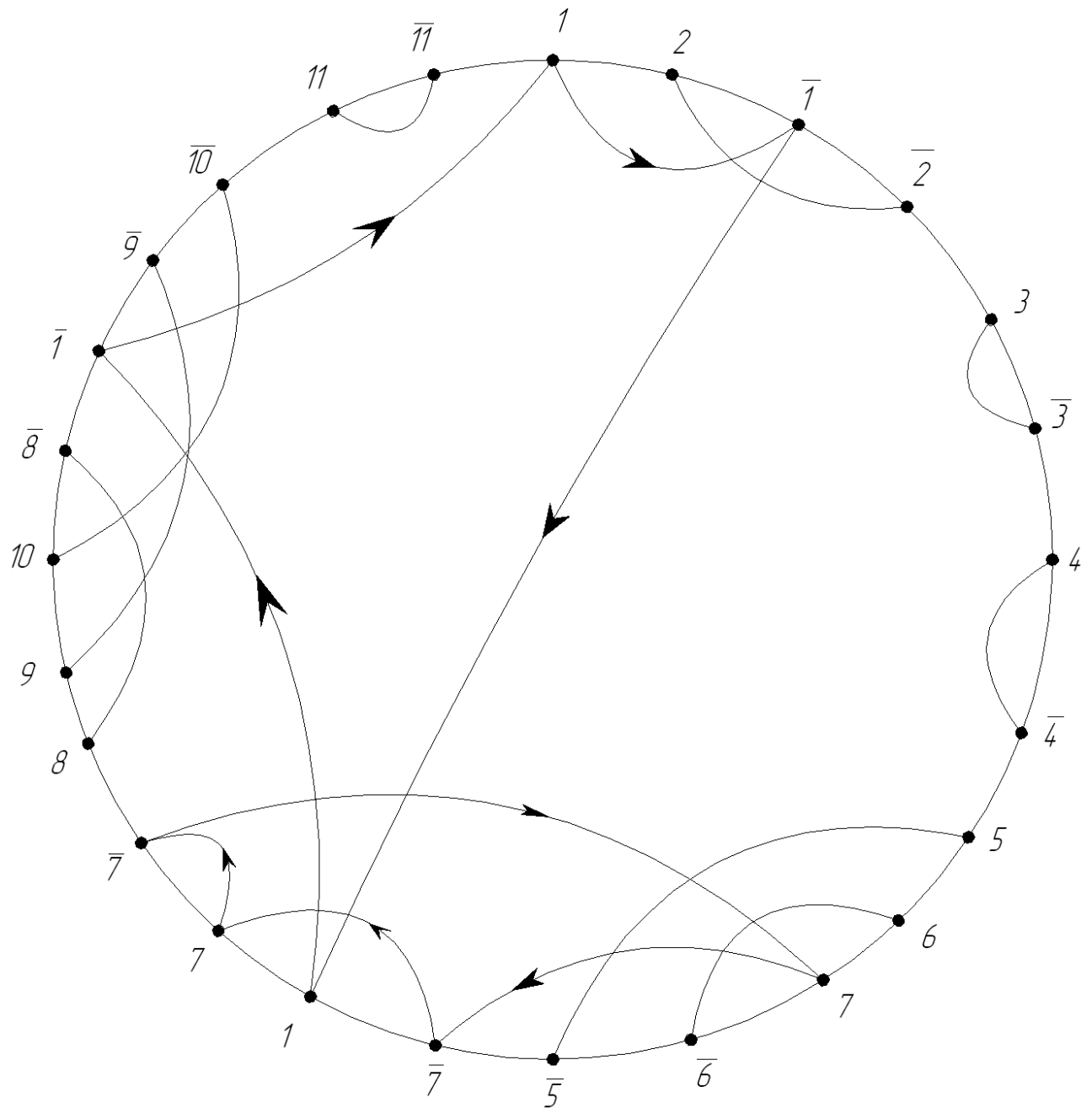
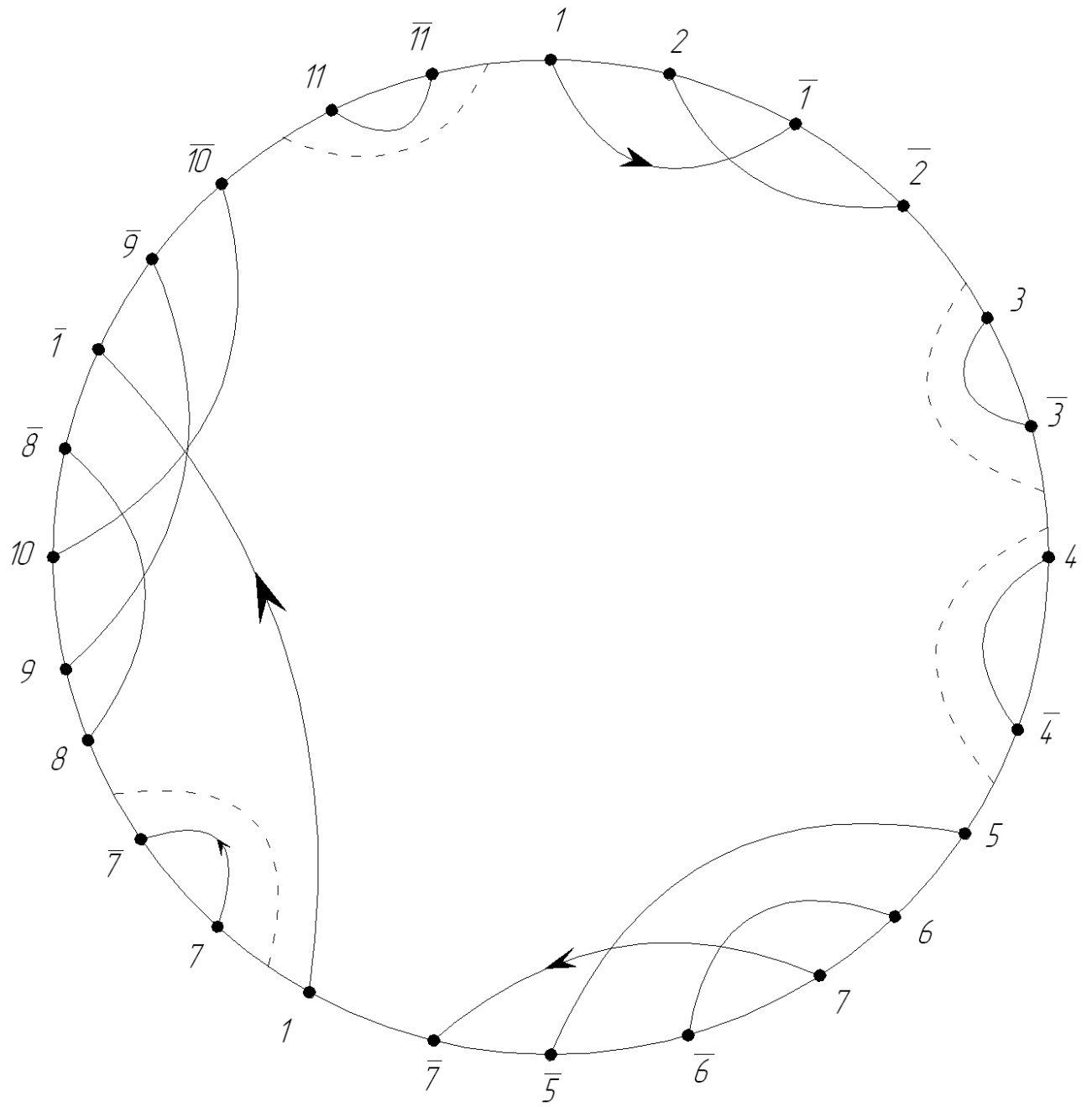
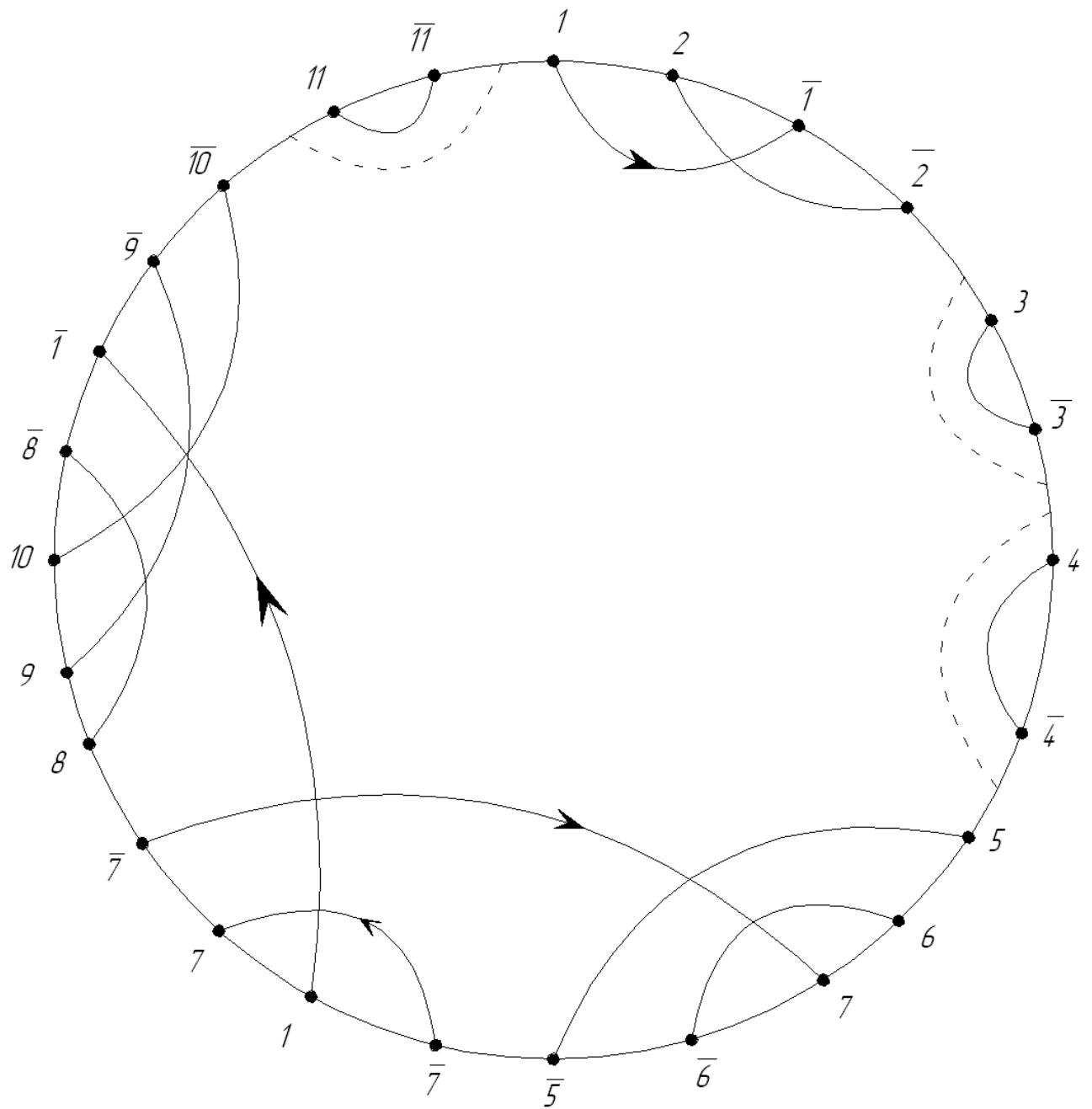


Рисунок 9.2 - Функціональний граф без урахування елементів пам'яті, система логічно не визначена

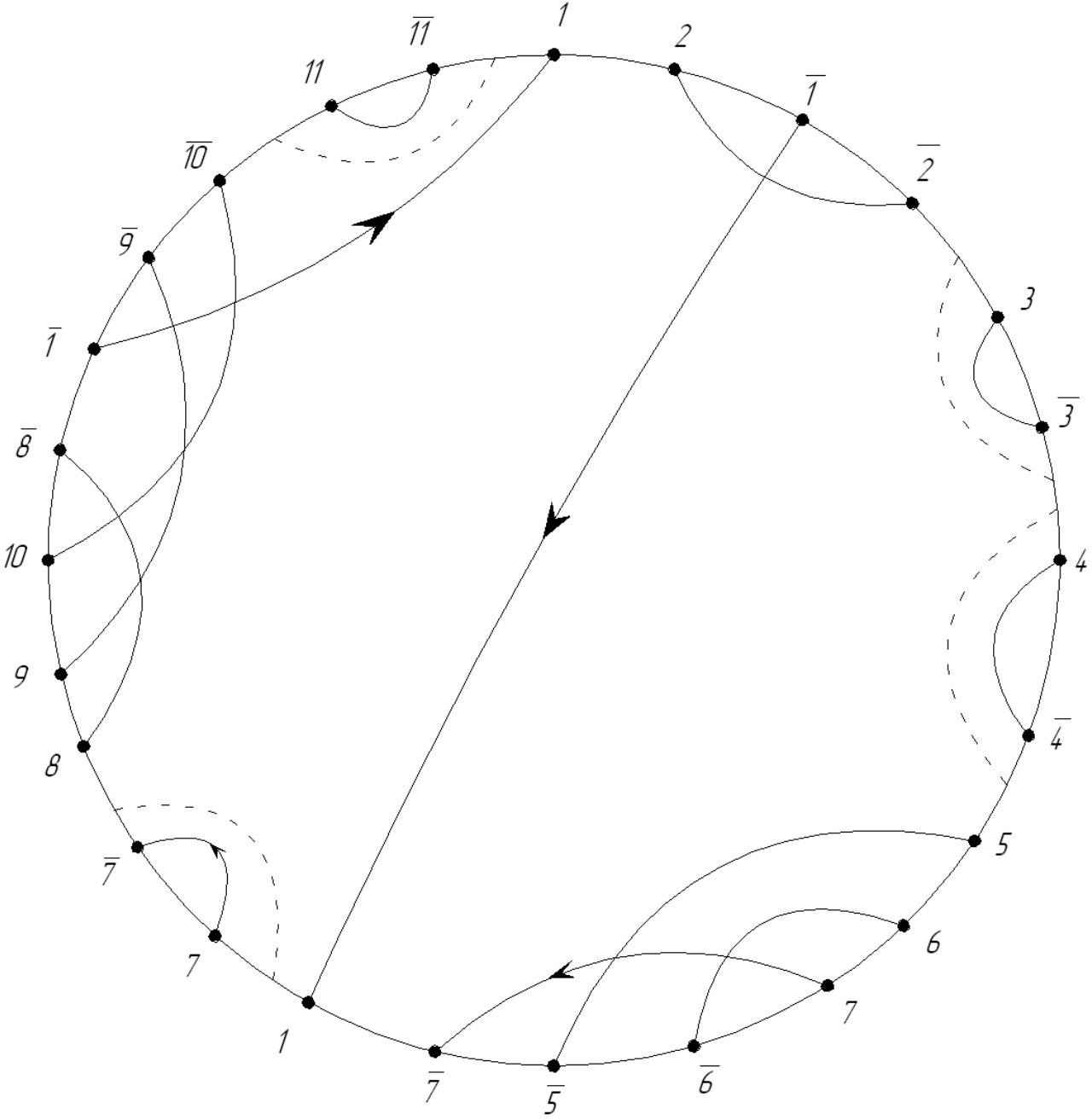
$1-\bar{1}-7-\bar{7}$



$1-\bar{1}-\bar{7}-7$

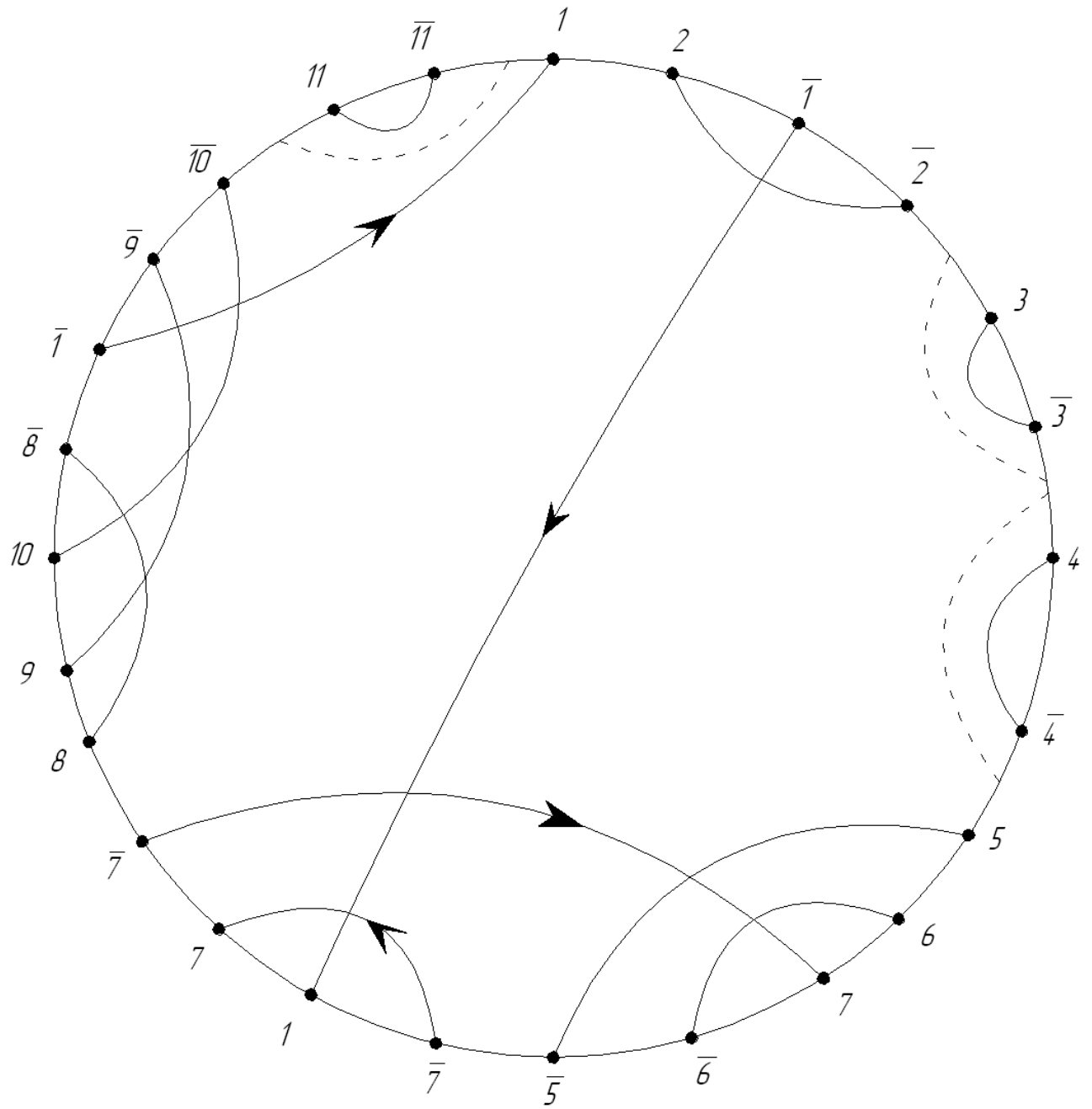


$\overline{1-1-7-7}$





$\bar{1}-1-\bar{7}-7$



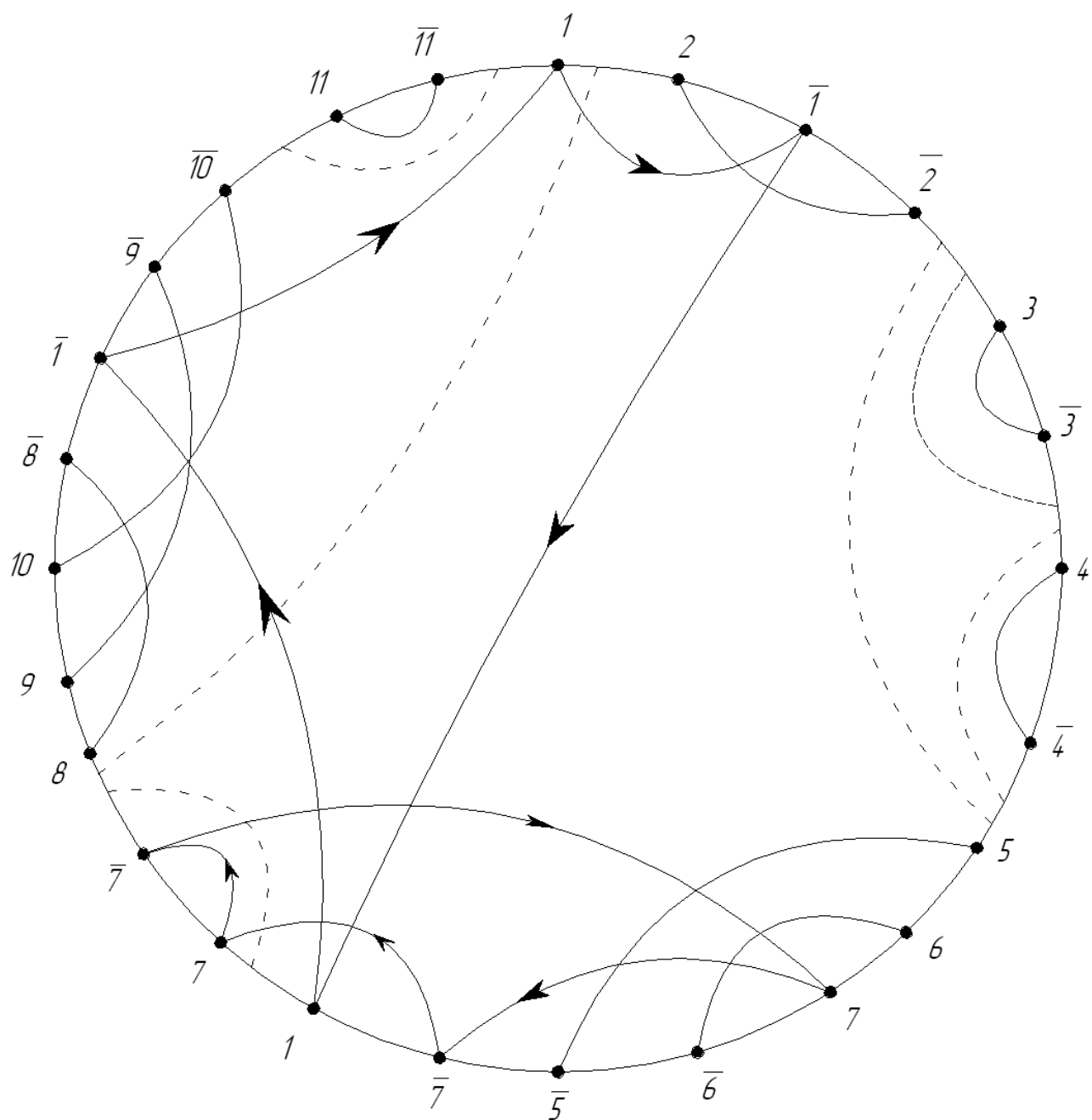


Рисунок 9.3 - Граф з усіма лініями невизначеності

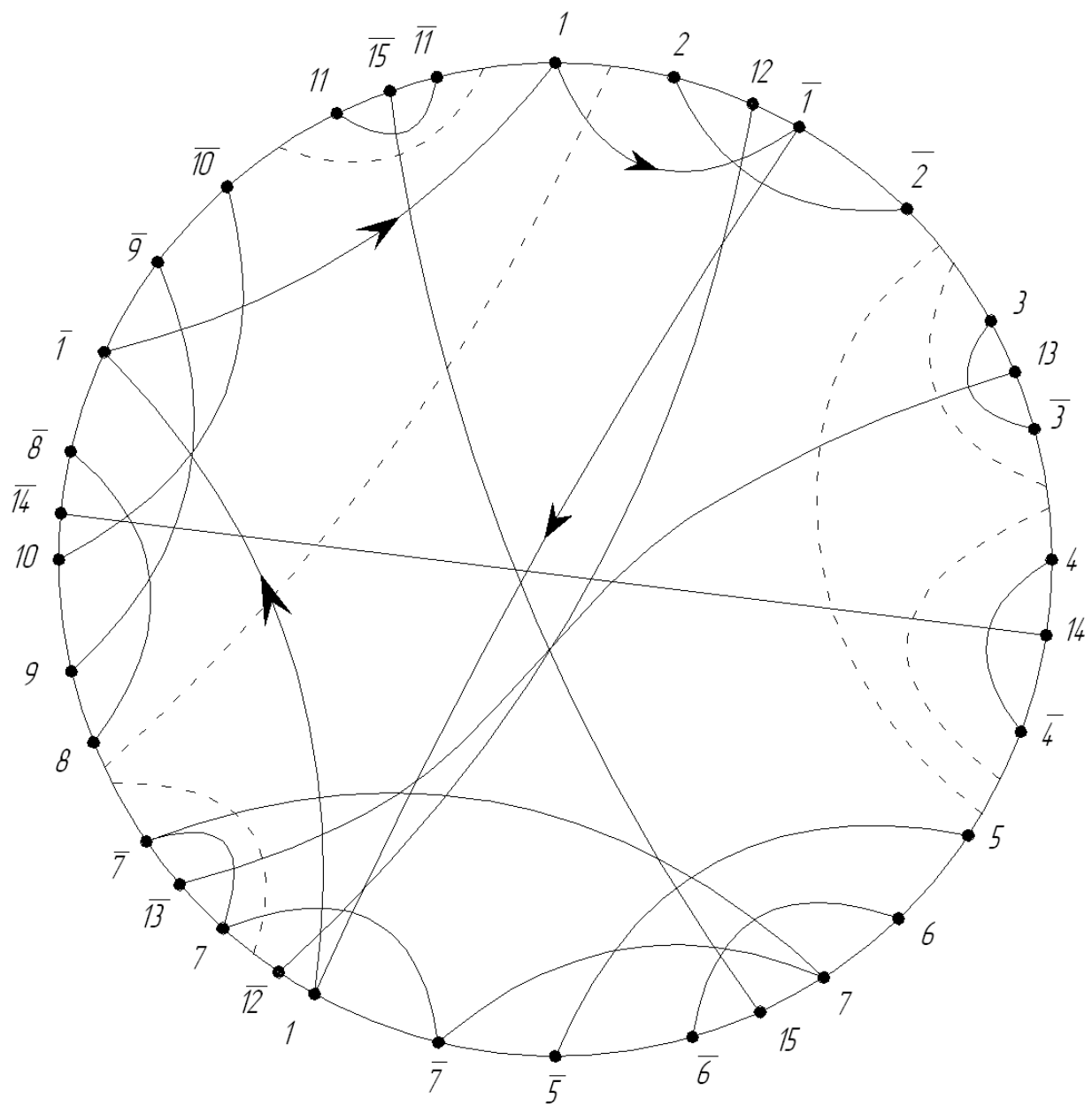


Рисунок 9.4 - Функціональний граф з урахуванням елементів пам'яті, система логічно визначена

Складання керуючих команд пакетоформувальної машини на основі функціональних графів:

$$Y_1 = X_{11} \cdot X_{15} \cdot X_{12} \cdot \overline{X_2} + X_7 \cdot X_{15} \cdot X_{13} + X_{12} \cdot X_{14} + \overline{X_8}$$

$$Y_1^1 = X_{11} \cdot X_{15} \cdot X_{12} \cdot \overline{X_2}$$

$$Y_1^2 = X_7 \cdot X_{15} \cdot X_{13} + X_{12} \cdot X_{14} + \overline{X_8}$$

$$Y_2 = X_1 \cdot X_{15} + X_2 \cdot \overline{X_1}$$

$$Y_3 = X_2 \cdot X_{12} \cdot X_{13}$$

$$Y_4 = X_3 \cdot X_{13} \cdot X_{14}$$

$$Y_4 = X_{14}$$

$$Y_5 = X_4 \cdot X_{14} \cdot X_{15}$$

$$Y_5 = X_6 \cdot X_{15}$$

$$Y_6 = X_5 \cdot X_{15}$$

$$Y_7 = X_6 + X_{12} \cdot X_{13}$$

$$Y_7^1 = X_6$$

$$Y_7^2 = X_{12} \cdot X_{13}$$

$$Y_7 = X_5 \cdot X_{15} \cdot X_{12} + X_{13}$$

$$Y_7^1 = X_5 \cdot X_{15} \cdot X_{12}$$

$$Y_7^2 = X_{13}$$

$$Y_8 = X_7 \cdot X_{13} \cdot X_{14}$$

$$Y_8 = X_{14}$$

$$Y_9 = X_8$$

$$Y_9 = X_1 \cdot X_{14} \cdot X_{15}$$

$$Y_{10} = X_9 + X_{10} \cdot \overline{X_9}$$

$$Y_{11} = X_{10} \cdot X_{14} \cdot X_{15}$$

$$Y_{11} = X_{15}$$

$$Y_{12} = X_2$$

$$Y_{12} = X_1 \cdot X_{15}$$

$$Y_{13} = X_3$$

$$Y_{13} = X_7 \cdot X_{12}$$

$$Y_{14} = X_4$$

$$Y_{14} = X_{10}$$

$$Y_{15} = X_7$$

$$Y_{15} = X_{11}$$

## ВИСНОВКИ

Пакетоформувальна машина для пакування будівельної суміші призначена для пакування мішків з цементом у транспортну тару для їх подальшого транспортування. Було обрано технологічну лінію виробництва цементу та його пакування. В ній машина пакує мішки з цементом у транспортну тару.

Було описано конструкцію і принцип роботи пакетоформувальної машини та спроектовано базову конструкцію пакетоформувальної машини. Також спроектовано вузли пакетоформувальної машини: стрічковий конвеєр та пластинчастий конвеєр.

Було проведено параметричні, кінематичні розрахунки та розрахунки на міність, щоб підтвердити працездатність обраної машини. Отримані розрахунки довели, що машина працює належним чином.

Також були проведені заходи для модернізації пакетоформуючої машини, зроблено літературний і патентний огляд, в результаті якого було обрано варіанти модернізації базової конструкції машини.

Розробили стартап-проект, який є конкурентно спроможним на ринку.

Розробили автоматичну систему керування для пакетоформувальної машини.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Коваленко І.В., Малиновський В.В. Розрахунки основних процесів, машин.
2. Співаковский А. О. Атлас стор.109(лист 102).
3. Анурьев В.И., Справочник конструктора-машиностроителя, - Т.1, - М., 1982г.
4. Анурьев В.И., «Справочник конструктора-машиностроителя.» Том 2 Москва 1982г.
5. Бауман В.А, Клушанцев Б.В., Мартынов В.Д. «Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций» Москва 1975г.
6. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков. Справочник. Изд. 6-е. М., «Машиностроение», 1971. Стр. 384.
7. Иванов М.Н., Иванов В.Н., «Детали машин. Курсовое проектирование» Москва 1975г.
8. Мелюшев Ю.А. „Основы автоматизации химических производств”, М. 1982г.
9. Малиновский В.В., Коваленко И.В., Расчеты оборудования химических производств примеры и задания, - Киев, 1988г.
10. Сапожников М. Я. «Механическое оборудование предприятий строительных материалов изделий и конструкций». Москва 1971г.
11. Технологічні основи машинобудування : Метод. вказівки до виконання курс. Роботи для студентів спец. 7.090221 „Обладнання харчових виробництв”, 7.090223 „Машини і технологія пакування”, 7.090232 „Обладнання фармацевтичної та мікробіологічної промисловості” ден. та заочн. форм навчання / Укл.: О.І. Слинько .— К.: УДУХТ, 1998.- 84с.
12. ПЛАСТИНЧАСТИЙ ЛАНЦЮГ КОНВЕЄРА ДЛЯ ПЕРЕМІЩЕННЯ ПЛЯШОК UA 40163 A, 16.07.2001, B65G17/30, B65G17/06, Валіулін Геннадій Романович, Галущенко Олександр Вікторович, Базаренко Володимир Васильович, Корсун Лариса Петрівна
13. СТРІЧКОВИЙ КОНВЕЄР UA 50783 U, 25.06.2010, МПК (2009) B65G 17/00, ППА БОРИС ФЕДОРОВИЧ, ХОМЯК ОЛЕГ МИКОЛАЙОВИЧ, МАРЧЕНКО АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ.

14. СТРІЧКОВИЙ КОНВЕЄР 31966, 25.04.2008, МПК (2006)B65G 15/00, Піпа Борис Федорович; Чабан Віталій Васильович; Ловейкіна Світлана Олексіївна.
15. ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДЛЯ ПЛАСТИНЧАТОГО КОНВЕЙЕРА ) RU 2 668 362 C2, 28.09.2018, B65G 23/06, ФОЙГТ Роберт.
16. СТРІЧКОВИЙ КОНВЕЄР U A 5223 U, 15 02 2005, B65G15/64, Ярошенко Володими Федорович, Ловейкін Вячеслав Сергійович, Рибалка Вячеслав Миколайович, Дудченк Ігор Владиславович.
17. ПАКЕТОФОРМИРУЮЩАЯ МАШИНА С ПОДЪЕМНО-ОПУСКНОЙ ПЛАТФОРМОЙ И ПОПЕРЕЧНО-ЦЕПНЫМ КОНВЕЙЕРОМ 99373, 24.06.2010, Меркушев Иван Михайлович.
18. Пристрій для поштучної видачі піддонів із стопи UA 11652 U, 16.01.2006, МПК B65G 60/00, Валіулін Геннадій Романович, Жарова Світлана Іванівна, Кононенко Олексій Степанович, Горцепаєв Віталій Юрійович.
19. ПЛАСТИНЧАСТИЙ КОНВЕЄР UA104149 U, 12.01.2016, B65G 17/06, Нікітін Артем Анатолійович, Рудь Дмитро Анатолійович, Пахомов Андрій Олегович.
20. ПЛАСТИНЧАСТИЙ ЛАНЦЮГ КОНВЕЄРА UA 47805 A, 15 07 2002, B65G17/30, B65G17/06, Валіулін Геннадій Романович, Жарова Світлана Іванівна, Кошко Віктор Михайлович.